

Walter Dittmann

UNTERSUCHUNG ÜBER DIE ABHÄNGIGKEIT VON
ZAHN- UND KÖRPERGRÖSSE

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München
(Direktor: Professor Dr. Arnulf Stahl)

**UNTERSUCHUNG ÜBER DIE ABHÄNGIGKEIT VON
ZAHN- UND KÖRPERGRÖSSE**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von
Walter Dittmann
aus Berlin

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Arnulf Stahl

Mitberichterstatter: -

Dekan: Prof. Dr. Wolfgang Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 29. April 1986

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	1
2.1 Spezielle Problematik der Untersuchungsparameter	4
2.2 Literaturübersicht	5
2.2.1 Die Zahngröße	5
a) Entwicklungsgeschichtliche Anpassungen	6
b) Vererbung	8
c) Rasse	14
d) Geschlecht	15
e) Ernährung	16
f) Einflüsse des Endokriniums	17
g) Krankheiten	19
2.3 Die Körpergröße	21
a) Normales Wachstum	21
b) Zur Veränderung der Körpergröße	23
3. Eigene Untersuchungen	25
3.1 Anzahl und Auswahl der Probanden	25
3.2 Methodik der Untersuchung	27
a) Die Bestimmung der Zahngröße	27
(1) Allgemeines	27
(2) Kiefermodelle	27
(3) Vermessung	28
(4) Meßpunkte und vermessene Zähne	30
b) Die Bestimmung der Körpergröße	32

	Seite
3.3 Auswertung	34
a) Statistische Methodik	34
(1) Ansatz	34
(2) Testverfahren	34
(3) Kritische Betrachtung	35
b) Ergebnisse	36
4. Besprechung der Ergebnisse und Bewertung	39
5. Zusammenfassung	42
6. Anhang / Tabellen	44
7. Literaturverzeichnis	

1. Einleitung und Problemstellung

Die Größe der Zähne ist neben der Kiefergröße ein zentrales Thema der Kieferorthopädie. Ohne Kenntnis der Zahndimensionen - und hier besonders des mesio-distalen (m-d) Kronendiameters - sind Diagnose und Therapie in vielen Fällen unmöglich. So ist z.B. für die Behandlungsplanung das Wissen um die m-d Zahngröße im Vergleich zur Zahnbogengröße und Größe der Kieferbasis unerlässlich, um Aussagen über das Verhältnis Platzbedarf zu Platzangebot machen zu können. Leider kann die Zahngröße korrekt nur bei den durchgebrochenen Zähnen gemessen werden. Die Größe der bleibenden Zähne ist relativ einfach festzustellen und für die Behandlungsplanung ein fester Eckwert. Schwierig wird es im Wechselgebiss, weil sich die Therapieplanung auf Prognosen über die Größe der noch durchbrechen den Zähne abstützen muß. Dieses Problem hat man auf zwei grundsätzlich verschiedenen Wegen zu lösen versucht.

In zahlreichen Veröffentlichungen wird auf statistische Auswertungen und Beschreibungen der dazu notwendigen Meßtechnik und Methodik hingewiesen. Es wird hierbei auf die mittlere Größe einzelner Zähne und Zahngruppen und deren Korrelation zueinander Bezug genommen. Diesen "Größenwerten" haftet der allen Mittelwerten eigene Mangel an, daß individuelle Abweichungen dabei nicht berücksichtigt sind.

Andererseits wird versucht, über die Ursachen, die dem Größenwachstum der Zähne zugrunde liegen, verlässliche Angaben zu erhalten und diese in Planungswerte umzusetzen.

Dabei scheint die Frage, welche Faktoren das Wachstum der Zähne beeinflussen, weitgehend geklärt. Unklarheit

besteht noch, wie groß Anteil, Einfluß, gegenseitige Abhängigkeit und Interaktionen der einzelnen Faktoren sind.

Einige dieser Faktoren dürfen allerdings nicht nur für das Wachstum der Zähne speziell gesehen werden. Sie beeinflussen das Wachstum allgemein und damit auch die Körpergröße. Zusammenhänge zwischen Körpergröße und Zahngröße wurden zwar bereits früh erkannt, so schrieb bereits de Terra (1909): "Im allgemeinen steht in diesen Fällen allerdings die Körpergröße in gewissem Zusammenhang mit der Größe der Zähne, doch finden sich auch davon Ausnahmen". Diese Beobachtung wurde jedoch bis heute nicht wieder aufgegriffen und eingehend untersucht.

Mit dieser Arbeit soll nun versucht werden, mit statistischen Mitteln zu klären, ob es Zusammenhänge zwischen dem Körperwachstum, ausgedrückt durch das Endprodukt Körpergröße, und dem mesio-distalen Zahndiameter gibt.

Ein Zusammenhang würde bedeuten, daß über die zu erwartende Körpergröße zusätzlich zu den bereits vorhandenen prognostischen Methoden ein weiteres Indiz für die voraussichtliche Zahngröße und damit den Platzbedarf im Zahnbogen zur Verfügung stehen würde. Die Genauigkeit der prognostischen Aussage könnte dadurch verfeinert werden.

Außerdem wäre es auf diesem Weg möglich, Aussagen über die Auswirkungen bestimmter hormoneller Behandlungen auf die Gebißentwicklung zu treffen. Bei großwüchsigen Jugendlichen kann bekanntlich das Wachstum mit hormonellen Mitteln aufgehalten werden. Zum Zeitpunkt des Eingriffes nach Beginn der Pubertät (Butenandt, 1982) ist die Kronenentwicklung längst abgeschlossen (Tabelle 2 und 5), d.h. der Platzbedarf für die Zähne steht fest. Da aber das Kiefer-

wachstum noch anhält, wird das Platzangebot mit Sicherheit von der Wachstumsheftung beeinflusst.

Bekanntlich ist bei Patienten mit frühzeitig manifestem "hypophysärem Zwergwuchs" die Zahngröße der Kiefergröße angepaßt. Diese Beobachtung war Anlaß, die Fragestellung - Abhängigkeit von Körper- und Zahngröße - nicht nur im Bereich der "normalen Körpergröße" zu untersuchen. Durch Einbeziehung einer Kontrollgruppe mit einer Körpergröße über 190 cm sollte festgestellt werden, ob gleichartige Beobachtungen auch bei Großwüchsigen getroffen werden können.

2.1. Zur speziellen Problematik der Untersuchungsparameter "mesio-distale Zahngröße" und "Körpergröße"

Bevor im Detail auf die einzelnen vielen Faktoren eingegangen wird, welche Zahn- und Körpergröße beeinflussen, soll auf die Hauptunterschiede zwischen den übergeordneten Faktoren m-d Zahngröße und Körpergröße hingewiesen werden.

- a) Das Wachstum der Zahnkronen der bleibenden Zähne ist bereits je nach Zahn zwischen dem dritten und achten Lebensjahr abgeschlossen, die Weisheitszähne ausgeklammert (Schröder, 1982) (Tabelle 1). Die endgültige Körpergröße dagegen wird erst im letzten Wachstumsschub bei Knaben nach dem zwölften, bei Mädchen nach dem zehnten Lebensjahr bestimmt (Joss, 1980) (Tabelle 5).
- b) Während alle Hart- und Weichgewebe des Körpers unter sich ändernden funktionellen Gegebenheiten sich charakteristisch verändern, ändert sich die Form und Größe der Zahnkrone nur durch Abnutzung (Gianelly u. Goldmann, 1971). Während sich die Körpergröße durchaus verändern kann, bleibt also die Zahngröße weitgehend erhalten. Jeder Vergleich der beiden Größen stellt damit letztlich eine Momentaufnahme dar.

2.2. Literaturübersicht

2.2.1. Die Zahngröße

De Terra (1905) hat sich in seiner Dissertation "Beiträge zu einer Odontographie der Menschenrassen" gezielt mit dem Thema der Zahngrößen befaßt. Dem damaligen Wissenstand entsprechend hat er bereits den Großteil der die Zahngröße beeinflussenden Faktoren beschrieben. Dieses Problem wurde seither in zahlreichen Veröffentlichungen behandelt. Die damals von de Terra festgestellte Variationsbreite der Zahnmaße ist auch heute noch aktuell und illustriert am besten das Problem, bei der vorliegenden Bandbreite der Meßwerte eine Vorhersage über die Zahngröße zu machen (Tabelle 2).

Eine Klassifizierung der Zahngrößen in Mikro-, Meso- und Makrodontie wurde bereits Ende des 19. Jahrhunderts von Flower eingeführt.

Martin (1914) gibt in Zusammenhang mit verschiedenen anderen Schädelbezugsgrößen mit dem Hinweis auf Flower einen "Dentalindex" an:

$$\text{Dentalindex} = \frac{\text{Dentallänge} \times 100}{\text{Schädelbasislänge}}$$

Dabei ist die Dentallänge die geradlinige Entfernung des mesialen Randes des ersten Prämolaren von dem distalen Rand des dritten Molaren und die Schädelbasislänge die geradlinige Entfernung Nasion-Basion. Ein Gebißsektor wird also zu einer Schädelmeßstrecke in Bezug gebracht. Indexwerte unter 41,9 bezeichnen den mikrodonten Bereich. von 42,0 bis 43,9 erstreckt sich der mesodonte Bereich und bei Werten über 44,0 wird von Makrodontie gesprochen.

Heute nimmt nur noch Hoffmann-Axthelm (1983) im Lexikon der Zahnmedizin auf den Dentalindex Bezug.

Die Einteilung, ob mikro-, meso- oder makrodonte Zahngröße vorliegt, erfolgt jetzt üblicherweise nach den Abgrenzungen, welche die Statistik vorgibt. Jede Zahngröße im Bereich der zweifachen Standardabweichung um den Mittelwert wird als "normalgroß" bezeichnet (Lundström, 1960; Shafer, 1964). 95,5 Prozent aller Zahngrößen liegen demnach in diesem Bereich (Tabelle 3).

Die Faktoren, die nach heutigen Erkenntnissen die Zahngröße beeinflussen, sind:

- a) Entwicklungsgeschichtliche Anpassungen
- b) Vererbung
- c) Rasse
- d) Geschlecht
- e) Ernährung
- f) hormonelle Einflüsse
- g) Krankheiten

zu a) Entwicklungsgeschichtliche Anpassungen

Die Zähne mit ihrem hohen Anteil an organischen Stoffen sind die beständigsten Bestandteile des menschlichen Körpers. Sie sind zusammen mit dem Unterkiefer oft die einzigen Reste, die dem Anthropologen bleiben, um daran Identifikationen und Zuordnungen durchzuführen und um entwicklungsgeschichtliche Abläufe zu studieren. Der Bereich Zahn- und Schädelentwicklung beim Menschen ist deshalb im Vergleich zu anderen Bereichen sehr gut erforscht. Potter (1976) schreibt hierzu, daß die Entwicklung der Zahngröße stark an die Entwicklung des Gesamtschädels gekoppelt war. Mit Zunahme der Hirnmasse und einer Ver-

größerung des Neurokraniums kam es zu einer Verkleinerung der Kiefer. Hiermit verbunden war eine Verringerung der Zahl der Zähne und ihre Rückentwicklung in Größe und Form. Dahlberg (1963) nimmt an, daß sich die Zähne den Anforderungen angepaßt haben, die sich aus Nahrungswechsel und der damit verbundenen Änderung der Kaufunktion, sprich einfacheres Zerkleinern der Nahrung, ergeben haben. Auch die Notwendigkeit, die Zähne als Werkzeug und Waffe zu gebrauchen, wurde im Laufe der Zeit geringer.

Von dieser Reduktion waren, wie Dahlberg (1963) schreibt, die sogenannten "Schlüsselzähne des Gebisses" die ersten Molaren und mittleren Schneidezähne am wenigsten und die ersten Prämolaren nur zum Teil betroffen. Durch Selektion hat sich dann unser heutiges Zahnbild entwickelt. In der Vorzeit waren die Zähne sicher wichtig zum Überleben. Heute in unserer Zivilisation sind sie es nicht mehr. Entsprechend den Anforderungen werden die kleinsten Zähne bei den in Europa und im mittleren Osten lebenden Völkern angetroffen. Australische Ureinwohner, die Indianer Nordamerikas und Melanesier haben dagegen große Zähne (Dahlberg, 1963). Über einen direkten Zusammenhang zwischen Nichtanlage von Zähnen und Abnahme des m-d Diameters berichten in diesem Zusammenhang Schenker (1963) sowie Baum und Cohen (1971).

Für die prähistorische Zeit besteht allgemein Einigkeit, daß eine phylogenetische Reduktion der Zahngröße stattgefunden hat (Riethe, 1959; van Reenen, 1965; Scott und Symons, 1971). Moorrees (1964) gibt für die Reduzierung der Zahngröße ein Ausmaß von 10-15 Prozent an. Gegenfurtner (1982) konnte für den Zeitraum von der Römerzeit bis in das späte Mittelalter hinein keine signifikante Veränderung der Zahngrößen nachweisen. Für den jüngsten Zeitraum wurde, allerdings nur in einer Untersuchung

bei Kindern mit Kieferanomalien, eine Zunahme der Zahngröße festgestellt (Dausch-Neumann, 1976) und dabei die Frage aufgeworfen, ob dies an die allgemeine Zunahme der Körpergröße (säkulare Akzeleration) gekoppelt sei.

Die Vorgänge bei einer entwicklungsgeschichtlichen Anpassung sind jedoch so langfristig, daß sie bei der Diskussion der vorliegenden Thematik nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden sollen. Die entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Zahngrößen einzelner Populationen sollten dabei aber nicht übersehen werden.

zu b) Vererbung

Der Vererbung wird heute der größte Einfluß auf die Zahnmaße zugesprochen, auch wenn, nach Vogel und Reiser (1970) die Zahnmaße im Vergleich zu anderen anthropologischen Körpermaßen erheblich instabiler sind.

Die Bedeutung der Vererbung wurde früh erkannt. So schreibt de Terra (1905), daß die Erfahrung lehrt, daß bei uns in gewissen Familien große Zähne und in anderen kleine erblich sind. Schulze (1982) widmet in seinen Kieferorthopädischen Lehrbüchern ein Kapitel der Klinik der Genetik, um die Bedeutung der Erbfaktoren für die Zahnzahl, die Zahnform und für die Zahngröße deutlich zu machen.

Über die genetische Abhängigkeit der Zahnmaße herrscht im allgemeinen Übereinstimmung. So schreibt Ritter (1937): "Die Kronengröße der Zähne wird weitgehend vom elterlichen Erbgut bestimmt". Lundström (1960) und Potter (1976) kamen zu den gleichen Ergebnissen. Die Forschung konzentrierte sich deshalb darauf herauszufinden, ob ein oder mehrere Gene Träger der Erbinformation sind, inwieweit diese Gene sich gegenseitig beeinflussen, welchen Einfluß exogene

Faktoren auf die Gene haben, wann und an welcher Stelle dieser Einfluß ansetzt und welche Zähne in welchem Ausmaß betroffen sind. Durchgeführt wurden diese Untersuchungen als:

- Korrelationsstudien,
- Familien- und Verwandtschaftsstudien, sowie als
- Zwillingsforschungsstudien,

wobei in den meisten Fällen alle drei Verfahren entweder parallel oder gleichzeitig angewendet wurden.

Der am häufigsten beschrittene Weg geht über die Zwillingsforschung (Korkhaus, 1930; Ritter, 1937; Lundström, 1949; Osborn und Horowitz, 1958). Dabei versucht man herauszufinden, ob es bei eineiigen Zwillingen größere Übereinstimmung gibt als bei zweieiigen Zwillingen. Dieser Ansatz basiert auf Überlegungen, daß Unterschiede in der Zahngröße bei eineiigen Zwillingen von der Umwelt, bei zweieiigen Zwillingen von Umwelt und genetischen Faktoren bewirkt werden. Durch einen Vergleich der Zahngrößen der beiden Zwilllingstypen läßt sich dann ein Maß entwickeln, wie weit die Zahngröße bei eineiigen Zwillingen mehr übereinstimmt als bei zweieiigen Zwillingen und daraus, wie stark der genetische Einfluß auf die Ausprägung eines Merkmales ist (Korkhaus, 1930; Ritter, 1937; Lundström, 1949; Osborn und Horowitz, 1958; Potter, 1976). Älteren Forschungen auf diesem Gebiet haftet der Mangel an, daß es erst durch verfeinerte Untersuchungsmethoden in letzter Zeit gelungen ist, eineiige von zweieiigen Zwillingen eindeutig zu unterscheiden. Ferner gehen alle Untersuchungen von der Annahme aus, daß die Umwelteinflüsse beim untersuchten Kollektiv als gleich anzunehmen seien. Dies trifft aber auch für eineiige Zwillinge nur bedingt zu, denn die Zygote hat nur bis zur Durchtrennung absolut gleiche Umweltbedingungen. So können z.B. häufige Anastomosen der Plazenta zu unterschiedlicher Blutversorgung führen und dadurch Diskordanzen auslösen. Auch in diesen

Fällen können also exogene Einflüsse zu Veränderungen führen.

Einen Ausweg bietet die Zwillings-Familienmethode (Vogel, 1961). Dabei wird die Untersuchung auf nahe Familienangehörige ausgedehnt. Dadurch kann herausgefunden werden, ob eine bei eineiigen Zwillingen beobachtete Diskordanz auf Manifestationsschwankungen des Merkmals zurückzuführen ist, oder ob die eine Erscheinungsform des Merkmals erblich, die andere umweltbedingt ist.

Der Versuch, die Vererbung der Zahngrößen allein über Familienuntersuchungen nachzuweisen, wurde ebenfalls unternommen. Hier zeigt es sich jedoch, daß die Vielzahl der einwirkenden Faktoren, von Umwelt bis geschlechtsbedingten Unterschieden, eine verlässliche Aussage unmöglich machten. Die besten Ergebnisse wurden noch bei der Untersuchung von gleichgeschlechtlichen Geschwistern erzielt (Garn, 1965). Er fand, daß die Korrelation der Zahngröße unter Familienmitgliedern im Mittel nur 0,35 bis 0,40 betrug. Da das Verhältnis von

- Schwester zu Schwester bei 0,64 im Mittel, bei
- Bruder zu Bruder bei 0,38 im Mittel und bei
- Schwester zu Bruder nur bei 0,21 im Mittel lag,

schloß er daraus, daß die Vererbung der Zahngrößen stark an die X-Chromosomen gebunden ist.

Die Größe des Einflusses der Vererbung auf die Zahngröße wies am deutlichsten Müller (1961) nach. Bei eineiigen Zwillingen wurde für die Summe aller Zähne einschließlich zweiter Molaren eine Abweichung von nur 0,1 Prozent, bei zweieiigen Zwillingen dagegen von 1,8 Prozent, also ein 18 mal größerer Unterschied gemessen.

Während Lundström (1949) die erbliche Abhängigkeit der

m-d Zahngröße für den einzelnen Zahn untersuchte, gingen Horowitz und Osborn (1958) einen Schritt weiter und konnten nachweisen, daß auch eine gegenseitige erbliche Beeinflussung der Nachbarzähne im von ihnen untersuchten Frontzahn-bereich vorliegt. Sie leiteten davon die Hypothese ab, daß einzelne Gene für die Vererbung der Zahngrößen mehrerer Zähne verantwortlich sein müssten. Größere Variabilität im Oberkiefer führten sie auf verstärkten Einfluß der Umwelt zurück. Potter (1976) sieht diesen Unterschied allerdings als Einfluß größerer genetischer Stabilität im Unterkiefer 'durch Unterschiede in der genetischen Entwicklung der beiden Kiefer. Horowitz (1958) fand, daß die Größe der Eckzähne, hier allerdings besonders die des Oberkiefers, am stabilsten ist.

Für die gegenseitige Beeinflussung von einzelnen Zähnen und Zahngruppen ermittelte Moorrees (1964) Abhängigkeiten von 28 bis 85 Prozent. Die größere Stabilität der Zahnmaße bei der Frau führte er auf das Vorhandensein von zwei X-Chromosomen zurück. Tanner (1962) kam zu dem gleichen Schluß.

Arya (1974) beschrieb einen starken Einfluß der Population auf die Zahnmaße mit erheblichen Korrelationsunterschieden zwischen verschiedenen Populationen.

Die Frage, ob mehrere Gene multifakteriell das Zahnwachstum beeinflussen oder ob monomerer Erbgang vorliegt, wurde eingehend von Grüneberg (1951, 1952) untersucht. Er beobachtete dazu die Vererbung der Agenesie des dritten Molaren bei der Maus.

Stahl (1964) faßt das Ergebnis dieser Versuche wie folgt zusammen: "Die zur Kreuzung herangezogenen, genetisch einheitlichen Mäuse-Inzuchtstämme unterscheiden sich durch die Größe der dritten Molaren. Zahnunterzahl wird

fast nur bei demjenigen Stamm beobachtet, der sich durch kleine Molaren auszeichnet. Die scheinbare diskontinuierliche Variation der Phänotypen bezüglich der Zahnzahl basiert auf der auch peristatisch beeinflussten kontinuierlichen Variabilität des Merkmals der Größe des dritten Molaren. Je mehr die Größe dieses Zahnes abnimmt, je mehr also die multiplen Gene für die Ausbildung großer Molaren an Bedeutung verlieren, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß - abhängig von einem bestimmten Schwellenwert (saturation point) - die Gene an Einfluß zunehmen, welche die Aplasie des Zahnes verursachen. Dieses Verhalten wird als "quasikontinuierliche Variation" bezeichnet. Demnach ist die Zahngröße multifaktoriell bedingt, wobei die beteiligten Gene additive Wirkung zeigen. Monogene Erbgangsverhältnisse liegen also nicht vor".

Auch Bowden und Goose (1965) leiten für den Menschen aus einer Familienuntersuchung ab, daß sich die Vererbung von additiver Polygenie herleitet.

Weitergehende Erkenntnisse über Zusammenhänge im Zusammenwirken einzelner Erbfaktoren wurden durch die Einführung umfassender statistischer Methoden möglich. Potter (1976) gelang damit (Multivariat Analyse) nicht nur eine Bestätigung, daß die Korrelation der Zahngröße in erster Linie genetischen Ursprungs ist. Er konnte durch Vergleich der Merkmale auch sieben genetische Faktoren isolieren, die Einfluß auf die Zahngröße haben. Im Oberkiefer wirken davon vier Faktoren, im Unterkiefer dagegen sechs (Tabelle 12).

Er vermutete große Kompliziertheit der genetischen Strukturen im Unterkiefer als Grund für die unterschiedliche Zahl der Faktoren im Vergleich zum Oberkiefer. Er kam ferner zu dem Schluß, daß die Korrelation der Zahngrößen

vermutlich nicht sehr auf die pleiotrope Wirkung einzelner Gene zurückzuführen ist, sondern eher auf den Einfluß einer Gruppe von Genen, die als polygenes System funktionieren. Außerdem scheinen bestimmte Umwelteinflüsse die gleichen Gene zu beeinflussen, wobei es zu einem Wechselspiel zwischen einzelnen Gruppen von Genen und umgekehrt kommt. In diesem Wechselspiel sieht er auch den Grund für die Schwierigkeit zu einer verlässlichen Aussage über die Zahngröße zu kommen.

Bereits bei den ersten Reihenvermessungen wurden Unterschiede der Größe gegenüberliegender Zähne im Zahnbogen bis zu 0,7 mm notiert (de Terra, 1905; Mühlreiter, 1912). Zuerst einmal wurde aber die auf den ersten Blick erkennbare Gleichheit der Zähne untersucht. Dabei wurde die Hypothese aufgestellt, daß bei der Determinierung der Zahngröße gegenüberliegender Zähne die gleichen Faktoren wirksam seien. Genauere Untersuchungen haben dann sowohl diese Ansicht als auch die als "rechts-links (r-l) Asymmetrie oder Halbseitenasymmetrie" bezeichneten Unterschiede bestätigt. Außerdem stellte sich heraus, daß zwar die Korrelationsfaktoren für gegenüberliegende Zähne nahezu gleich sind, von Zahn zu Zahn jedoch erhebliche Unterschiede vorliegen (Lundström, 1961). So weichen die oberen lateralen Schneidezähne mit einem Korrelationsfaktor von 0,85 mm am weitesten voneinander ab, gefolgt von den oberen Praemolaren. Die mittleren oberen Schneidezähne sind sich mit dem Faktor 0,97 mm am ähnlichsten. Auch zwischen Nachbarzähnen waren Korrelationen nachweisbar (Horowitz, 1958). Allgemein ist die Halbseitenasymmetrie im Zahnbogen jedoch frei verteilt. Diese Feststellung gilt auch für okkludierende Zähne. Die ersten Molaren im Oberkiefer besitzen z.B. eine erheblich größere Variabilität als die ersten Molaren im Unterkiefer (Ritter, 1975). Von einigen Autoren wird auch eine generell größere Zahnbreite auf der rechten Seite beschrieben (Brokemann und van Aken, 1965).

Allgemein weichen die Aussagen über Verteilung und Größe der Halbseitenasymmetrie stark voneinander ab bis hin zur Feststellung, daß keine signifikante r-l Asymmetrie bei den oberen lateralen Schneidezähnen vorliege (Dausch-Neumann, 1976).

Den Grund für die unterschiedliche Asymmetrie einzelner Zähne suchten Vogel und Reiser (1960) darin, daß der Erbanteil an einigen Zähnen geringer als an anderen sei.

Heute wird die r-l Asymmetrie allgemein als Wechselspiel zwischen Erbfaktoren und Umwelt eingestuft. Ein allgemeines Ansteigen beobachtete Bailit (1970) bei ungünstigen klimatischen Lebensbedingungen und nicht ausreichender, einseitiger Ernährung. Ein verstärktes Auftreten bei Inzucht konnte er im Gegensatz zu Bader (1965), der bei Tierversuchen mit Mäusen ein Absinken des mittleren Korrelationskoeffizienten beobachtete, nicht feststellen.

Zusätzlich gestützt auf die Beobachtung, daß die Halbseitenasymmetrie verstärkt bei Patienten mit Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten auftritt, wurde die Theorie aufgestellt, daß die bilaterale Steuerung des Zahnwachstums durch die hierfür verantwortlichen Gene durch Interferenzen oder "developmental noise", sei es durch Umwelteinflüsse oder durch genetische Instabilität, gestört wird (Adams und Nieswander, 1967; Bailit, 1970; Potter, 1976).

zu c) Rasse

Während über die entwicklungsgeschichtliche Reduktion weitgehend Einigkeit herrscht, gehen die Ansichten über unterschiedliche Zahngrößen bei verschiedenen Rassen in der Literatur stark auseinander.

De Terra (1905) war noch der Ansicht, daß "die Dimension

der Zähne kein für die Rassendiagnose maßgebendes Merkmal sei". Nach ausgedehnten Vergleichen verschiedener Rassen, die sich auf Grund der geographischen Situation vermutlich nicht vermischt haben, wird jedoch heute u.a. von Moorrees und Reed (1964) eine Abhängigkeit aufgezeigt. Für die uns interessierenden Rassengruppen der Kaukasier, Mongolen und Neger stellen Kraus und Jordan (1965) jedoch fest, "daß gemeinhin angenommen wird, daß es Unterschiede in den Kronengrößen der drei Hauptrassen gäbe, genauere, d.h. vergleichende Untersuchungen lägen aber noch nicht vor". Bei der Mischung der einzelnen Rassen, wie sie heute in Europa vorliegt, wären verlässliche Ergebnisse für eine Prognose hinsichtlich der Zahngröße mit Sicherheit auch nicht zu erwarten.

zu d) Geschlecht

Zur Frage nach geschlechtsspezifischen Unterschieden der Zahngrößen liegen zahlreiche und im Ergebnis eindeutige Untersuchungen vor.

Die Zähne der Frau sind signifikant kleiner als die des Mannes und zwar im Mittel um 0,2 bis 0,3 mm (Stähle, 1958; Miethke, 1973; Bock, 1977). Es wird hierzu besonders auf die Untersuchungen von Seipel (1946) hingewiesen (siehe Tabelle 3). Anderson (1973) kam zu dem Ergebnis, daß dieses Merkmal besonders bei den Eckzähnen im Unterkiefer ausgeprägt ist. Er konnte in 74,3 Prozent der Fälle diesen Zahn richtig zuordnen. Stern (1982) kam anhand von Breitenmessungen an Frontzähnen zu dem Schluß, daß eine sichere Geschlechtsbestimmung nicht möglich sei.

zu e) Ernährung

Wie bereits im vorhergehenden Kapitel angedeutet worden ist, wurden bei der Untersuchung der Erbfaktoren auch exogene Einflüsse untersucht. Hier spielt die Ernährung sicher eine besondere Rolle.

So berichten Paynter und Graininger (1956) von meßbaren Unterschieden in der Zahngröße von Ratten, die durch Änderung der Nahrung der Muttertiere hervorgerufen wurde. Hoher Fluorid- oder Phosphatanteil oder Vitamin A-Mangel ergab kleinere Zähne. Den gleichen Effekt zeigte eine Ernährung mit niedrigem Protein- und hohem Zuckeranteil (Holloway, 1961).

Auch Wallenius (1958) fand, daß fluoridiertes Trinkwasser bis 1 ppm eine statistisch signifikante Tendenz zu kleineren Zähnen bewirkt, höhere Konzentrationen dagegen umgekehrt wirken.

Diese Studien zeigten auch, daß der größte Einfluß von Ernährungsfaktoren über die Mutter wirkt, und zwar während der uterinen Phase vor der Geburt und zu geringem Anteil nach der Geburt über die Muttermilch. Durch Größenvergleich der zweiten Molaren der Maus, deren Entwicklung intrauterin beginnt, konnte bestimmt werden, daß 21 bis 29 Prozent der Gesamtvariabilität im m-d Diameter Umweltfaktoren, die vor der Geburt wirken, zugeschrieben werden kann und nur 7-11 Prozent denen nach der Geburt. Der dritte Molar zeigte keine Auswirkungen auf veränderte Umwelteinflüsse vor der Geburt (Tenczar und Bader, 1966).

zu f) Einflüsse des Endokriniums

Der Einfluß der inneren Sekretion auf die Entwicklung der Zahngrößen ist auf einen relativ kurzen Zeitraum der Kindheit während der Kronenentwicklung beschränkt (Tabelle 1). Der größte Teil der postnatal auftretenden hormonellen Störungen, denn über Störungen lassen sich Einflüsse recht einfach nachweisen, hat somit keinen Einfluß. Dies betrifft besonders die Geschlechtshormone, die erst während der Geschlechtsreife wirksam werden.

Berichte über eine Überentwicklung der mittleren Schneidezähne (Engelbach, 1932) beim Hypogonadismus sind also mit Zurückhaltung zu bewerten. Bei Beginn der Aktivität der Gonaden zu Beginn der Pubertät ist die Entwicklung der Schneidezähne bekanntlich bereits abgeschlossen.

Beim jugendlichen Hypoparathyreoidismus kommt es durch Störung der Ameloblasten (Kronfeld, 1945) zu einer hypoplastischen Veränderung der Schmelzschicht. Diese tritt als Einsenkung der Schmelzschicht in Form eines porenreichen und groben Reliefs in Erscheinung. Betroffen sind alle Zähne, die zum Zeitpunkt des Auftretens der Erkrankung in Entwicklung waren (Kristen, 1968; Pilz, 1979).

Über Zusammenhänge zwischen Hypophysenfehlfunktion und Zahngrößenveränderungen, ausgedrückt durch hypophysären Zwergwuchs, gehen die Meinungen weit auseinander. "Das Vorkommen von kleinen Zähnen bei hypophysärem Zwergwuchs ist nicht signifikant, da diese Kinder dank des protektiven Hormonschutzes der Mutter mit normaler Körpergröße geboren werden und erst im Alter von zwei bis vier Jahren im Wachstum zurückbleiben" (Kristen, 1968).

Dagegen berichten Lunin (1981), Magnusson (1981) und Stewart (1982) von Mikrodontie bei hypophysären Zwergen.

Auch Stahl (1984) hat zwei Kinder mit hypophysärem Zwergwuchs und Mikrodontie behandelt. Es lag also auch hinsichtlich der Zähne proportionierter Minderwuchs vor. Vielleicht liegt der Grund für diese Unstimmigkeiten darin, daß insgesamt drei Arten von hypophysärem Zwergwuchs essentieller, symptomatischer und hereditärer bekannt sind (Joss, 1980).

Über die spezifischen Auswirkungen auf das Zahnwachstum scheinen noch keine Untersuchungen durchgeführt worden zu sein. In der mir zugänglichen Literatur wurden jedenfalls keine Angaben gefunden. Außerdem sollte die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, daß bei der Vielzahl der möglichen Gründe für Kleinwuchs diese oft den Eltern gegenüber vereinfachend als "hypophysärer Zwergwuchs" bezeichnet werden und diese Informationen nicht überprüft weitergegeben werden.

Bergmann (1950) schreibt, daß die Frühentwicklung des Zahnes nicht durch humorale Mechanismen erfolge. Das inkretorische System des Keimlings sei noch nicht ausgereift, eine Steuerung könne nur über den Organismus der Mutter erfolgen. Wachstum und Entwicklung seien wahrscheinlich das Ergebnis von Induktionsvorgängen, d.h. wechselseitiger Beeinflussung der verschiedenen aneinander stoßenden Materialien, so z.B. Ektoderm und Mesoderm.

Zusammenfassend kann man sagen: Das richtige Erkennen und Verstehen von Zusammenhängen zwischen Endokrinium und orofacialem Funktionskreis ist schwierig. Auf Zähne, Kiefer und Gebiß wirken zu viele heterogene Einflüsse ein (Bergmann, 1950). Bis heute ist es noch nicht gelungen, endokrine Einflüsse zu isolieren und zu beschreiben, die direkt die m-d Zahngröße beeinflussen. Über die Wirkung einzelner Drüsen gibt es nur vereinzelt klare Aussagen,

Interaktionen sind offensichtlich noch unerforscht, und Störungen die im übrigen Körper manifest werden, sind beim Zahnwachstum nicht nachvollziehbar.

zu g) Krankheiten

Nachgewiesen ist, daß es bei einigen Krankheiten, so z.B. beim Angio-osteo-odonto-hypertrophischen Syndrom, dem sogenannten "planen Hämangiom" der Gesichtshaut, das zumeist im Oberkiefer-Wangen-Bereich lokalisiert und meist mit einer Dentitio praecox auftritt, zu einer Makrodonkie der Zähne kommt (Greither und Köhler, 1960).

Bei konnataler Lues kommt es durch eine Beeinflussung der Adamantoblasten durch die Spirochäten zum sogenannten Hutchinson Zahn. Der Zahn ist kleiner und in der Form verändert (Greither und Köhler, 1960).

Auch beim Morbus Down, der Trisomie 21, wird eine starke Abnahme der m-d Zahndiameter bei beiden Geschlechtern im Vergleich zu Familienangehörigen beschrieben (Cohen, 1970; Magnusson, 1981). Garn (1971) ermittelte eine durchschnittliche Verkleinerung um 8,7 Prozent. Besonders betroffen waren im Oberkiefer die zweiten Molaren, die lateralen Schneidezähne und die Eckzähne, verbunden mit einer Verringerung der Körpergröße um durchschnittlich 16,7 Prozent. 1970 hatte der gleiche Autor bereits über eine deutlich verstärkte r-l Asymmetrie in diesen Fällen berichtet.

Bei der Rachitis treten an den Zähnen ähnliche Veränderungen wie beim Hypoparathyreoidismus auf (Kristen, 1968; Pilz, 1979; Grimm, 1981).

Gowgiel (1961) beschreibt, daß bei Tierversuchen an Affen eine Röntgendosis von 4500-7500 Röntgen die weitere Zahn-

entwicklung verhinderte. Die bleibenden Zähne entsprachen bei der späteren Untersuchung in Form und Größe dem Entwicklungsstand zum Zeitpunkt der Bestrahlung. Sonnabend (1962) berichtet über ähnliche Folgen bei in Entwicklung befindlichen Zähnen und Kiefern sowohl bei lokaler Strahleneinwirkung als auch bei Strahlenbeeinflussung der Hypophyse.

2.3. Die Körpergröße

a) normales Wachstum

Nachdem die Körpergröße ebenso wie die Zahngröße kein "fester Wert", sondern vielfältigen Einwirkungen unterworfen ist, müssen auch die Faktoren, die Einfluß auf deren Variabilität haben, kurz angesprochen werden.

Zur Klassifizierung, ob Groß- oder Kleinwuchs vorliegt, ist heute folgendes Verfahren üblich (Tabelle 4). Als Normbereich wird der Bereich zwischen der 3. und 97. Perzentile bezeichnet (Joss, 1980). Eine Körpergröße unterhalb der 3. Perzentile bedeutet Kleinwuchs (bei einem Knaben von 18 Jahren unter einer Körpergröße von 162 cm), eine solche über 97 Prozent Großwuchs (bei 18 Jahren ab 186 cm) (Tanner, 1966). Diese Werte decken sich in etwa mit der Abweichung des Mittelwerts um 2 Standardabweichungen, dem Bereich, der in der Statistik allgemein als Normbereich bezeichnet wird (Lenz, 1964).

Zum Ablauf des Körpergrößenwachstums und zur Vorhersage der Körpergröße schreibt Joss (1980): Der Vererbungsmodus des Wachstums ist polygen. Neben der Rasse ist für das Individuum die Größe seiner Eltern von Bedeutung. Aus der Größe des Vaters (V) und der Mutter (M) läßt sich für deren Kinder folgende voraussichtlich zu erwartende Körpergröße berechnen, wobei die Zahl 12,5 die Differenz zwischen der mittleren Frau- und Männergröße ist.

$$\frac{\text{Zielgröße}}{\text{in cm}} : \text{Knaben} = \frac{V+M+12,5}{2} \quad \text{Mädchen} = \frac{M+V-12,5}{2}$$

Wird die derart errechnete Zielgröße auf der entsprechenden Wachstumskurve (Tabelle 4) bei 18 Jahren eingetragen, dann kann dort die dazugehörige Perzentile abgelesen werden. Diese entspricht vereinfacht ausgedrückt einem Wachstumskanal. Der einmal eingeschlagene Wachstumskanal, der individuell genetisch vorgezeichnet ist, wird in der Regel nicht verlassen, d.h. die Perzentile wird abgesehen von kleinen Verschiebungen getreulich beibehalten.

Ein deutliches Abweichen muß Verdacht auf einen pathologischen Prozeß wecken. Bis zum Alter von 18 Monaten und während der Pubertät sind jedoch Wechsel in der Perzentilen möglich. Die Körperlänge bei der Geburt unterliegt weniger genetischen als vielmehr umweltbedingten Faktoren, wie Ernährungszustand der Mutter und plazentären Kreislaufverhältnissen. Im Verlauf der ersten 18 Monate spurt das Wachstum in den genetisch vorgesehenen Kanal ein, den es in den folgenden Jahren nicht mehr verläßt. Während des puberalen Wachstumsspurts hebt sich die individuelle Wachstumskurve unter Umständen jedoch deutlich vom Verlauf der Perzentilen ab. Die erreichte Endgröße braucht auch dann nicht mehr unbedingt auf der vorherigen Perzentilen zu liegen. Aus diesem Grund weisen alle Methoden zur Voraussage der Erwachsenengröße z.T. erhebliche Fehlergrenzen auf, auch wenn mit einer verfeinerten Prognostik im Mittel mit einer Genauigkeit von ± 3 cm gerechnet werden kann (Tanner, 1976; Joss, 1980; Butenandt, 1982). (Die Abweichungen von der Perzentilen scheinen nach meiner Untersuchung allerdings eher die Regel zu sein. Siehe dazu Tabelle 6 und Kapitel: Säkulare Akzeleration.)

Wird das normale Wachstum eines Kindes durch eine einschneidende Erkrankung gebremst, setzt nach Behebung des pathologischen Zustandes ein übernormales Wachstum ein, bis die Wachstumskurve wieder in den ursprünglichen Kanal einspurt (Joss, 1980).

Kanalisation des Wachstums und Wiederaufholwachstum lassen sich mit einem dienzephalen Regulationszentrum erklären. Die Regulation selbst findet durch Neurohormone statt (Tanner, 1963).

Von Bedeutung für diese Untersuchung ist die von Tanner (1966) vorgelegte Kurve zur Wachstumsgeschwindigkeit (Tabelle 5) und die Aussage von Joss (1980), daß bis zum puberalen Wachstumsspurt die Perzentile eingehalten wird, beim Knaben etwa bis zum 12. Lebensjahr, beim Mädchen bis zum 10. Lebensjahr. Das bedeutet, daß in der Phase, in der Abweichungen vom genetisch gelenkten Wachstumsverhalten auftreten, die Zahnkronenentwicklung bis auf die Weisheitszähne abgeschlossen ist. Die Faktoren also, die das Körperwachstum nur schwer vorhersagbar machen, haben auf die Zahnentwicklung keinen Einfluß mehr.

b) Zur Veränderung der Körpergröße (säkulare Akzeleration)

Seit rund 100 Jahren wird eine Wachstums- und Entwicklungsbeschleunigung der Heranwachsenden beobachtet, die letztlich in einer größeren Endkörpergröße gipfelt. Koch (1935) hat nach ersten Untersuchungen dazu den Begriff der "säkularen Akzeleration" geprägt. Die Erwachsenen sind heute im Mittel um 10 cm größer als vor 100 Jahren. Glaubte man noch Mitte der 50er Jahre, daß dieser Vorgang sistiere, so haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß sich diese Entwicklung noch fortsetzt (van Wieringen, 1972; Gothe, 1977).

Über die Gründe gibt es vielfältige Diskussionsbeiträge. So werden eine Hebung des Lebensstandards verbunden mit besserer Ernährung, besonders durch Eiweiß und Fleisch, angeführt (Prader, 1972; Vogt, 1965). Daß dies jedoch nicht der einzige Grund sein kann, zeigen Beobachtungen in Ländern der Dritten Welt. Dort wird in einigen Regionen

die Akzeleration registriert, in anderen nicht (Tanner, 1962).

Auch die veränderte Kleidung und andersartiges Freizeitverhalten (mehr Sonne und Bewegung außerhalb geschlossener Räume) werden zur Erklärung der Akzeleration herangezogen. Verstärkte Lichtreize auf die Hypophyse sollen einen Wachstumsschub fördern. Blinde bleiben im Vergleich zu anderen Kindern im Wachstum zurück (Tanner, 1962). Kunze (1975) berichtet dagegen, daß das Verhältnis Stadt- zu Landjugend dahingehend verändert ist, daß die Landjugend im Größenwachstum etwas retardiert sei.

Auch die sogenannte Heterosiswirkung wird als Begründung angeführt. Durch die heute verstärkte Mobilität der Bevölkerung werden alte Inzuchtkreise gesprengt, wobei Dominanz der Gene für Längenwachstum angenommen wird (Saller, 1964; Tanner, 1962). Lenz (1964) klammert dagegen genetische Vorgänge aus. Hermeling (1982) stellt fest, daß in Bevölkerungsgruppen, die ihre Lebensweise im letzten Jahrhundert beibehalten haben, die Akzeleration nicht beobachtet wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Akzeleration immer noch beobachtet wird. Auch bei meiner Untersuchung ergab die Befragung der Probanden nach der Größe der Eltern eine z.T. erhebliche Zunahme der Körpergröße (Tabelle 6).

Eine eindeutige Erklärung konnte jedoch bis heute noch nicht gefunden werden.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Auswahl und Anzahl der Probanden

Diese Untersuchung beschränkt sich darauf, Unterschiede im Verhältnis des m-d Zahndiameters zur Körpergröße beim Mann zu ermitteln. Um die Statistik nicht zu verfälschen, wurde kein Bezug auf Meßergebnisse bei Frauen genommen.

Vermessen wurden die Gebisse von 175 Probanden. Es handelt sich um Europide der durchgemischten süddeutschen Population. Davon waren 110 normalwüchsig im Bereich der Körpergröße von 163 cm bis 189 cm, und 65 großwüchsig von 190 cm bis 204 cm. Die Größenverteilung ist in Tabelle 11 wiedergegeben. Einfluß auf das Ergebnis der Untersuchung hat jedoch nur der Körpergrößenbereich von 169 bis 189 und von 190 bis 200 cm. Die Zahl der außerhalb dieser Bereiche liegenden Fälle ist für die statistische Auswertung unbedeutend.

Ein Proband mit der Körpergröße 200 cm wurde bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Nach seinen Angaben war sein Wachstum im Alter von 15-16 Jahren bei einer prognostizierten Körpergröße von 210 cm an der Universität Tübingen durch wachstumshemmende Hormone aufgehalten worden.

Die Kiefermodelle der 110 normalwüchsigen Probanden wurden mir aus der Sammlung der Kieferorthopädischen Poliklinik der Universität München zur Verfügung gestellt.

Diese Modelle stammen von Studenten aus den Jahren 1981 bis 1984.

Die 65 Kiefermodelle der Probanden über 190 cm wurden

z.T. von Studenten oder Patienten der Zahnklinik hergestellt. Der größte Teil stammt jedoch von Soldaten der Bundeswehr, die sich freiwillig für die Abdrucknahme zur Verfügung gestellt haben.

Eine Selektion der Befunde wurde nicht vorgenommen.

3.2. Methodik der Untersuchung

a) Die Bestimmung der Zahngröße

1. Allgemeines

Die Zahngröße kann bei der vorgesehenen Untersuchung durch zwei Methoden gemessen werden:

Durch direkte Messung im Munde des Patienten und durch Messung an Gipsmodellen.

Die direkte Messung ist sehr zeitaufwendig. Für den Probanden ist sie oft unangenehm und bei Verwendung von Meßinstrumenten, die die erforderliche Meßgenauigkeit erbringen, nicht selten auch schwierig durchzuführen. Bei Meßversuchen wurden erhebliche Unterschiede zu Messungen an Gipsmodellen festgestellt, besonders im Oberkiefer im Molarenbereich (Hunter und Priest, 1960).

Für diese Untersuchung wurden deshalb die Meßdaten von Gipsmodellen abgenommen. Diese Methode ist in der Kieferorthopädie üblich. Die Modelle sind problemlos herzustellen und können einfach, schnell und reproduzierbar vermessen werden. Schließlich kann die Messung durch verschiedene Methoden durchgeführt werden.

2. Kiefermodelle

Zur Herstellung der Modelle wurden von den Probanden, entsprechend den Verarbeitungshinweisen der Hersteller, Alginatabdrücke der Ober- und Unterkiefer abgenommen und diese unverzüglich mit Superhartgips ausgegossen. Durch die Detailwiedergabe des Alginatabdruckes werden Feinheiten bis 0,05 mm exakt reproduziert. Die geringe

lineare Dimensionsveränderung von -0,25 Prozent bei sofortiger Weiterverarbeitung (Rehberg, 1978), wird z.T. durch die lineare Abbindeexpansion von +0,20 Prozent des Gipses wieder aufgehoben (Franz, 1982). Dies ergibt Modelle von einer Qualität, die für die Untersuchungsanforderungen mehr als ausreichend ist.

Einige Modelle waren mit Seifenlauge gehärtet worden. Diese Modelle sind vermutlich durch den Seifenfilm etwas größer. Die Größenzunahme ist jedoch unbedeutend und kann vernachlässigt werden (Hunter und Priest, 1960).

3. Vermessung

Für kieferorthopädische Zwecke werden seit 50 Jahren die Zähne in der Regel mit dem Stechzirkel gemessen (Schulze, 1980). Vergleichsmessungen haben jedoch gezeigt, daß Zirkelmessungen immer deutlich größer ausfallen (Hunter und Priest, 1960). Die Meßgenauigkeit liegt im günstigsten Fall bei 0,5 mm. Für statistische vergleichende Untersuchungen ist jedoch eine höhere Meßgenauigkeit erforderlich. In den meisten Untersuchungen dieser Art wird mit einer Meßgenauigkeit von 0,1 mm gearbeitet (Moorrees und Reed, 1954; Fastlicht, 1970; Anderson, 1973).

Zur Messung verwendet wurde bei dieser Untersuchung eine handelsübliche Uhrenschublehre, die eine Meßgenauigkeit bis zu 0,05 mm hat. Mit diesem Gerät können die Messungen analog, schnell und fehlerfrei abgelesen werden (Abbildung des Meßgerätes siehe Anhang, Teil 13). Die Meßergebnisse wurden auf 1/10 mm Genauigkeit auf- oder abgerundet. Eine höhere Meßgenauigkeit wäre unrealistisch.

Durch die Abdrucktechnik ist der Approximalraum im Kontaktbereich, außer beim lückigen Gebiß, durch Gips ausgefüllt.

Ein direktes Abgreifen am Meßpunkt ist häufig unmöglich. Außerdem ist der Approximalkontaktpunkt vor allem im Molarenbereich meist eine Kontaktfläche. Die Festlegung der Meßpunkte kann dort nur annähernd erfolgen. Der gemessene Wert ist bei wiederholten Messungen meist nicht auf 0,05 mm genau reproduzierbar.

Um ähnlich wie beim Stechzirkel besser in die Interdentalräume greifen zu können, wurden die Meßbacken der Schublehre an der Außenseite beschliffen.

Zur Überprüfung und Eichung der Meßgenauigkeit dieses Gerätes wurden Messungen an verschiedenen Gegenständen mit einer anderen Schublehre und einer Mikrometerschraube durchgeführt und erbrachten vergleichbare Ergebnisse. Die der Schublehre mit Nonius normalerweise anhaftenden systematischen Fehler (Pfyffer, 1972) entfallen bei der Uhrenschublehre. So ist z.B. der Komparatorfehler, der bis zu 1,0 mm betragen kann, ausgeschlossen (Stern, 1982).

4. Meßpunkte und vermessene Zähne

Die Zahngröße kann auf verschiedene Arten bestimmt werden:

- Messung der Kronenhöhe (Goose, 1963)
- Messung des größten Diameters in vestibulo-oraler Richtung (Herren, 1974)
- Messung des größtmöglichen Diameters in mesio-distaler Richtung (Herren, 1974)
- Messung des mesio-distalen Diameters zwischen den approximalen Kontaktpunkten bei korrekter Stellung des Zahnes im Zahnbogen (Remané, 1930; Goose, 1963).

Die ersten beiden Methoden sind unter Berücksichtigung der Vermessung am Gipsmodell nicht durchführbar. Beim Messen in vestibulo-oraler Richtung sind die Meßpunkte häufig vom Zahnfleisch bedeckt und für Meßzwecke nicht zugänglich. Eine exakte Bestimmung der Kronenhöhe ist außerdem durch die Abrasion der Kauflächen ohnehin fraglich.

Die von Herren (1974) beschriebene Messung des größtmöglichen Diameters in mesio-distaler Richtung ist zwar einfach durchführbar, aber unüblich. Die Meßwerte weichen im Vergleich zu dem von Remané beschriebenen Verfahren auch nur bei Praemolaren und Molaren ab, da hier die Diagonale gemessen wird. Da es ein Nebenziel dieser Untersuchung war, Aussagen über den "Platzbedarf" zu erhalten und für den Vergleich Platzbedarf zu Platzangebot allein der m-d Diameter zwischen den approximalen Kontaktpunkten zählt, wurde auf die letztgenannte Meßtechnik zurückgegriffen. Außerdem ist so eine Vergleichbarkeit und Verifikation der Meßergebnisse mit anderen Untersuchungen sichergestellt.

Bei Zahndrehungen wurden nicht die tatsächlichen Kontaktpunkte, sondern die physiologischen Kontaktpunkte bei normaler Zahnstellung im regelrecht geformten Zahnbogen bei der Vermessung berücksichtigt. Eine Verfälschung der Meßdaten durch approximale Abrasion, die im Verlauf der Jahre die Dimension der Zähne erheblich verändern kann (Arya, 1974), kann bei der Betrachtung der Meßwerte weitgehend vernachlässigt werden, da die Probanden mit wenigen Ausnahmen alle der Altersgruppe zwischen 20 und 30 Jahren angehörten. Bei ausgedehnter Karies im approximalen Kontaktpunktbereich oder größeren Füllungen wurde der Zahn nicht vermessen. Falls jedoch erkennbar war, daß der Zahn im Zahnbogen korrekt stand, die approximalen Kontaktpunkte der Nachbarzähne unverändert waren und das Gebiß keine Tendenz zur Lückenbildung hatte, dann wurde die Zahngröße, ausgehend vom Kontaktpunkt des Nachbarzahnes, bestimmt.

Am Ende des Zahnbogens stehende Zähne, bei denen durch distal höherstehendes Zahnfleisch der Punkt der größten Ausdehnung nicht mit Sicherheit festgelegt werden konnte, wurden nicht vermessen. So wurden zwar alle zweiten Molaren vermessen, in die Auswertung jedoch nicht mit aufgenommen, da im Vergleich zu den anderen Zähnen die Stichprobenzahl zu sehr abfiel.

Weisheitszähne wurden nicht vermessen, da sie in der Form zu unregelmäßig (mit extrem starken Dimensionsschwankungen) und beim größten Teil der Probanden nicht vorhanden waren. Ob sie nicht angelegt oder noch nicht durchgebrochen waren, konnte ohne Röntgenbild nicht ermittelt werden.

Ferner wurden von der Auswertung ausgeschlossen:

- \ Persistierende Milchzähne,
- Fehlbildungen von Zähnen (Zapfen- und Zwillingszähne),
- Zähne, die nicht einwandfrei bestimmt werden konnten.
(Nach Zahnverlust war eine Zuordnung besonders zwischen den ersten und zweiten Molaren und zwischen den ersten und zweiten Praemolaren oftmals nicht mit Sicherheit möglich; die Befragung der Patienten erwies sich in fast allen Fällen als unzuverlässig).

Alle Zähne wurden zweimal vermessen. Bei abweichenden Meßergebnissen wurde eine dritte Messung durchgeführt und der Mittelwert gebildet.

Auf eine Vermessung der Zähne durch zwei verschiedene Personen wurde nach Studium der Untersuchung von Hunter und Priest (1960) verzichtet, obwohl dies meßmethodisch nicht einwandfrei ist. Hunter und Priest stellten nämlich eine durchschnittliche Diskrepanz für alle Zähne bei Messungen durch zwei Untersucher von 0,04 mm fest. Dieser Wert ist zwar statistisch signifikant, praktisch jedoch unbedeutend.

b) Bestimmung der Körpergröße

Die Probanden wurden nach ihrer Körpergröße befragt und diese festgehalten. Bei den Probanden der Bundeswehr wurden die Angaben über die Körpergröße den medizinischen Akten der Bundeswehr (G-Akte) entnommen (Tabelle 11).

Zusätzlich wurden die Probanden nach der Größe ihrer Eltern befragt. An diese Aussagen sollten jedoch keine zu großen Genauigkeitserwartungen gerichtet werden, da ein Teil der Befragten nur geschätzte Angaben machen konnte. Diese Werte reichen jedoch aus, um Tendenzen aufzuzeigen.

Ausgehend von den Größenwerten der Eltern wurde über die von Joss (1980) angegebene Formel die zu erwartende Körpergröße des jeweiligen Probanden ermittelt. Der Vergleich zwischen theoretisch zu erwartender Körpergröße und tatsächlicher Körpergröße ergab die "Veränderung der Körpergröße" (Tabelle 6; Säkulare Akzeleration).

3.3 Auswertung

a. Statistische Methodik

(1) Ansatz

Aufgabe der statistischen Auswertung der Meßwerte war es herauszufinden, ob zwischen den beiden Variablen "mesiodistaler Zahndiameter" und "Körpergröße" eine Beziehung besteht und welcher Art diese ist.

Dabei wurde die Körpergröße als unabhängige, der m-d Zahndiameter als abhängige Variable betrachtet und für die Punktwolke der Meßwerte die Regressionsgerade berechnet. Die Steigung dieser Geraden wird durch den Regressionskoeffizienten (β) ausgedrückt. Aus dem Verhältnis der größtmöglichen Steigung der Regressionsgeraden zur errechneten Steigung läßt sich schätzen, ob eine Abhängigkeit vorliegt und wie groß diese ist. Das Ergebnis wurde in einem Streudiagramm aufgezeichnet (Tabelle 9). Für den Bereich der möglichen Schwankungen (95 und 99% Wahrscheinlichkeit) der Mittelwerte wurden zusätzlich die "Konfidenzintervalle für den Mittelwert" berechnet. (Tabelle 10).

(2) Testverfahren

Um zu testen, ob eine Abhängigkeit bei positiver Steigung der Regressionsgerade besteht, wurde der "Test beim

Regressionskoeffizienten" durchgeführt. Der mögliche Fehler (α) wurde mit 5% angenommen. Der Freiheitsgrad ergab sich aus der Fallzahl und der Wert "c" nach der Student-t-Verteilung. Dann wurde die Hypothese $\beta = 0$ gegen die Alternative $\beta > 0$ getestet. War der sich ergebende Wert $t_0 \leq c$ dann wurde die Hypothese $\beta = 0$ angenommen, d.h. es besteht keine Abhängigkeit. Bei $t_0 > c$ kann davon ausgegangen werden, daß eine Abhängigkeit vorhanden ist (Kreyzig, 1982; Harms, 1982).

(3) Kritische Betrachtung

Die Probanden, sowohl die Studenten als auch die Soldaten, wurden für diese Untersuchung nicht ausgewählt, sondern "genommen wie sie kamen". Sie dürften, soweit man bei der für eine statistische Bewertung gewiß kleinen Stichprobenzahl absieht, einen repräsentativen Querschnitt der in Deutschland heute ansässigen Population darstellen.

Die Daten innerhalb der Körpergrößengruppen sind normal verteilt, die Bedingungen für die Nutzung der Werte des Student-t-Testes sind erfüllt (Heinhold und Gaede, 1968). Eine größere Stichprobenzahl innerhalb der einzelnen Körpergrößengruppen (Tafel 11) wäre wünschenswert gewesen. Im medizinischen Bereich sind jedoch durch die freiwillige Teilnahme der Probanden Grenzen gesetzt. Durch die Kontrollgruppe mit einer Körpergröße über 190cm (Tabelle 11) kommt es zu einer Verdichtung der Daten von ca. 190 cm bis 20 cm Körpergröße (keine Normal-

verteilung in diesem Bereich) verglichen mit der Normalverteilung im Bereich von 170 bis 190 cm. Dies ist jedoch für die Betrachtung der Regressionsgeraden insgesamt annähernd unerheblich. Es bedeutet nur eine bessere Qualität der Aussage über den Verlauf der Geraden in diesem Bereich (Heinhold und Gaede, 1968).

b) Ergebnisse

Aus den Meßwerten der m-d Zahndiameter und der Körpergrößen wurden rechnerunterstützt folgende Werte für jeden einzelnen Zahn des Gebisses ausschließlich der zweiten und dritten Molaren ermittelt (Tabellen 7 und 8):

- für jeden Zahn des Gebisses die Summe aller Zähne die in die Auswertung genommen worden sind,
- die mittlere Größe der Zähne des Gebisses und die Standardabweichung der Größenmeßwerte,
- der Regressionskoeffizient,
- die Werte t_0 und c für den Test beim Regressionskoeffizienten.

Über die Differenz zwischen t_0 und c und über die Differenz zwischen maximal möglicher Steigung und ermittelter Steigung der Regressionsgeraden wurde versucht, die Abhängigkeit zwischen m-d Zahndiameter und Körpergröße zu bewerten (Bewertungsmaßstab siehe Anhang, Verzeichnis der Abkürzungen).

Von den 24 untersuchten Zähnen des Gebisses wurden für diesen Bericht von 3 Zähnen (Tabelle 9) exemplarisch "Scatterdiagramme" mit Regressionsgerade gezeichnet, um die Streuung der einzelnen Meßwerte um die Regressionsgerade bildhaft zu verdeutlichen.

Ausgewählt wurde der Zahn 44* mit der Regressionsgeraden mit der geringsten Steigung. Hier ergab der Test auch keine Abhängigkeit. Ferner der Zahn 21, um eine mittlere Regressionsgerade zu zeigen und der Zahn 46, bei dem sich die größte Abhängigkeit zwischen Zahndiameter und Körpergröße ergab (Tabellen 6, 7 und 8).

Auf die Abbildung der Scatterdiagramme der restlichen 21 Zähne wurde verzichtet. Die Meßwerte und die errechneten Regressionsgeraden dieser Zähne weisen daraufhin, daß die Punktwolken der Meßwerte dieser Zähne mit individuellen Abweichungen ähnlich wie die der als Muster abgebildeten Zähne 41, 42 und 46 strukturiert sind.**

Die Rechenergebnisse zeigen für die Regressionskoeffizienten aller Zähne positive Werte. Das heißt zuerst einmal, daß zwischen Körpergröße und m-d Zahndiameter eine Abhängigkeit vorhanden sein kann. Der Test ergab dann, daß für alle Zähne bis auf 44, 16 und 26 eine Abhängigkeit besteht.

*) Bezeichnung der Zähne siehe Anhang, Verzeichnis der Abkürzungen.

**) Alle Meßdaten sind in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München hinterlegt.

Der als Regressionskoeffizient ermittelte Wert ist der Tangens des Winkels der Steigung der Regressionsgeraden. Dabei ist die Steilheit der Geraden mit ein Maß für die Abhängigkeit. Die Steilheit muß nämlich in Relation zur maximal möglichen Steigung gesehen werden.

Dies soll am Beispiel des Zahnes 21 verdeutlicht werden. Die minimalen und maximalen Größenwerte dieses Zahnes liegen bei 7,3 und 10,5 mm. Das Größenspektrum beträgt also 3,2 mm (Tabelle 2). Wenn man den Körpergrößenbereich von 165 bis 195 cm diesem Wert zuordnet, dann ergibt sich theoretisch bei absoluter Abhängigkeit von Zahn- zu Körpergröße eine Körpergrößenänderung von 30 cm bei einer Zunahme der Zahngröße von 3,2 mm. Der dazugehörige Regressionskoeffizient errechnet sich mit 0,107 entsprechend einer Steigung von $6,1^{\circ}$. Der für diesen Zahn in dieser Untersuchung ermittelte Wert des Regressionskoeffizienten liegt aber nur bei 0,012 entsprechend einer Steigung von $0,68^{\circ}$. Die Differenz zwischen der maximal möglichen Steigung und der errechneten Steigung zeigt deutlich, wie gering die Abhängigkeit zwischen Körper- und Zahngröße tatsächlich ist (Tabelle 7).

4. Besprechung der Ergebnisse und Bewertung

Wie bereits festgestellt, weisen die Rechenergebnisse der 24 untersuchten Zähne des Gebisses bis auf die Zähne 44, 16 und 26 auf eine Abhängigkeit zwischen Körpergröße und Zahngröße hin. Die Größe der Abhängigkeit ist individuellen Schwankungen unterworfen. Bei einer ermittelten Abhängigkeit von Zahn- zu Körpergröße in 87,5 Prozent der untersuchten Fälle kann festgestellt werden, daß größere Männer im Mittel größere Zähne haben als kleine. Dies trifft auch für Großwüchsige zu (Tabellen 7, 8, 9 und 10). Diese Aussage ist zwar statistisch nachweisbar, jedoch ist diese Abhängigkeit durch die starke Streuung der Einzelwerte zu gering, um daraus für die praktische Anwendung Bezugswerte abzuleiten. So liegen z.B. die Mittelwerte für den Zahn 21 bei einer Körpergröße von:

165 cm bei 8,5 mm und bei

195 cm bei 8,8 mm

d.h. es besteht auf 30 cm Körpergröße ein Unterschied von 0,3 mm in der mittleren Zahngröße (Tabelle 10).

Noch deutlicher wird dies, wenn man den Bereich der zweifachen Standardabweichung um den Mittelwert betrachtet, d.h. den Bereich in dem 95% aller Fälle liegen.

Bei einer Standardabweichung von 0,59 geht dieser Streubereich

bei 165 cm Körpergröße von 7,3 mm bis 9,7 mm und

bei 195 cm Körpergröße von 7,6 mm bis 10,0 mm.

Die Streubereiche bezogen auf die einzelnen Körpergrößen überschneiden sich zu sehr und die minimalen und maximalen

Zahngrößenwerte für 165 cm und 195 cm Körpergröße liegen zu dicht beieinander, um hier noch eindeutig zuordnen zu können. Die Rechenergebnisse der anderen untersuchten Zähne sind ähnlich strukturiert.

Die ermittelten Werte sind mit Werten aus anderen Untersuchungen direkt nur bedingt vergleichbar. Einmal ist, wie bereits mehrfach erwähnt, durch den gewählten Ansatz eine Normalverteilung bei den Körpergrößenmaßen nicht gegeben. Zum anderen weichen auch die m-d Zahnbreiten und davon abgeleitete Ergebnisse bei anderen Autoren z.T. erheblich voneinander ab. Auch Herren (1974) weist darauf hin und macht Unterschiede bei der Meßtechnik und bei der Population dafür verantwortlich.

Es stellt sich nun noch die Frage, warum derartige Ergebnisse festgestellt worden sind.

Beide Ausgangsparameter, die Körpergröße und der m-d Zahndiameter, sind variable Größen. Hierbei ist besonders die Körpergröße in den letzten Jahrzehnten durch die säkulare Akzeleration starken Veränderungen unterworfen gewesen, eine Tendenz, die offensichtlich noch anhält. Wenn hier vorsichtig geschätzt, besonders bei den Großwüchsigen eine Zunahme der Körpergröße von 5 bis 20 cm zugrundegelegt wird, dann wird die ganze Basis durch diesen Zuwachs verzerrt. Bekanntlich wurde die Körpergröße bei dem angewandten statistischen Verfahren als Bezugsparameter genommen.

Die dennoch festgestellte Abhängigkeit zwischen Körper- und Zahngröße bestätigt den bei anderen Untersuchungen und mit anderen Methoden bereits nachgewiesenen gene-

tischen Einfluß auf das Zahnwachstum. Die starke Streuung der m-d Zahndiameter (Tabelle 9), ausgedrückt in der Punktwolke um die Regressionsgerade, weist aber auch darauf hin, daß die Zahngröße in erheblichem Umfang von Umweltfaktoren und genetischer Variabilität beeinflusst wird.

Welche Faktoren dabei von Bedeutung sind, war aber nicht Ziel dieser Untersuchung. Die angewandte Methodik läßt hierzu auch keine Aussagen zu.

Genauere Ergebnisse zur Abhängigkeit von Körpergröße zur Zahngröße lassen sich sicher durch Ausschaltung der Unabwägbarkeit im Körpergrößenwachstum erzielen. Dazu müßte man diese Untersuchung an Kindern, deren Wachstum ohne Abweichung vom "Wachstumskanal" stetig auf einer Perzentilen erfolgt nach Abschluß des Zahnwechsels durchführen. Als Bezugsparameter wäre dann nicht die Körpergröße, sondern die Perzentile zu nehmen.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Abhängigkeit von Zahn- und Körpergröße mit statistischen Mitteln untersucht.

Von Interesse war dabei auch die Frage, ob eine Abhängigkeit von Zahn- und Körpergröße auch bei großwüchsigen über 190 cm Körpergröße beobachtet werden kann.

Deshalb wurden neben 110 normalwüchsigen Probanden zusätzlich 65 Großwüchsige in die Untersuchung miteinbezogen.

Von diesen 175 Probanden männlichen Geschlechts der durchgemischten süddeutschen Population wurden Alginatabdrücke von Ober- und Unterkiefer abgenommen und davon Gipsmodelle hergestellt.

An diesen Gipsmodellen wurden die mesio-distalen Zahndiameter aller Zähne bis auf die zweiten und dritten Molaren mit einer für Meßzwecke an Zähnen modifizierten Uhrenschublehre mit 1/10 mm Genauigkeit vermessen.

Die Werte der beiden Variablen, mesio-distaler Zahndiameter und Körpergröße, wurden dann rechnerunterstützt mit statistischen Verfahren auf ihre Beziehung untersucht.

Es wurden dabei folgende Ergebnisse festgestellt:

- a) Bis auf den ersten Praemolaren im rechten Unterkiefer und die beiden ersten Molaren im Oberkiefer, weisen die Rechenergebnisse der anderen 21 untersuchten Zähne des Gebisses mit individuellen Unterschieden auf eine Abhängigkeit von Zahn- und Körpergröße hin.

- b) Eine Zunahme der Körpergröße ist in der Regel mit einer Zunahme der Zahngröße verbunden.

Die errechneten Werte der Abhängigkeit von Zahn- und Körpergröße sind jedoch, bedingt durch die starke Streuung der Einzelwerte, zu gering, um daraus für die praktische Anwendung Bezugswerte abzuleiten.

6. Anhang / Tabellen

Verzeichnis der Abkürzungen

Die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

Zahn	Zahnbezeichnung im "Internationalen Gebißschema FDI" DIN Norm 13920
n	Anzahl der Stichproben
$\bar{y}$	Mittelwert der Zahngrößeneinzelwerte *
s.D.	Standard Deviation oder Standardabweichung
t_0	errechneter Vergleichswert für Testhypothese $t_0 \leq c$
c	Vergleichswert für Testhypothese aus α 5 % und t-Verteilung mit n-2 Freiheitsgraden
α	Irrtumswahrscheinlichkeit (hier 5%) Signifikanzzahl
Bewertung der Abhängigkeit	++++ sehr stark
	+++ stark
	++ mittel
	++ gering
	+ sehr gering
	o keine

* Diese Werte dürfen nicht mit denen anderer Untersuchungen verglichen werden, da die Stichprobenerhebung der Körpergrößen nicht normal verteilt ist.

Tabelle 1

Zeiträume der Zahnkronenausbildung (nach Schröder, 1982)
der bleibenden Zähne:

		Beginn	Abschluß
I ₁	OK	3 - 4 M	3,3 - 4,1
	UK		3,4 - 5,4
I ₂	OK	10 - 12 M	4,4 - 4,9
	UK	3 - 4 M	3,1 - 5,9
C	OK	4 - 5 M	4,5 - 5,8
	UK		4,0 - 4,7
P ₁	OK	18 - 24 M	6,3 - 7,0
	UK		5,0 - 6,0
P ₂	OK	24 - 30 M	6,6 - 7,2
	UK		6,1 - 7,1
M ₁	OK	7 - 8 NO	2,1 - 3,5
	UK		2,1 - 3,6
M ₂	OK	30 - 36 M	6,9 - 7,4
	UK		6,2 - 7,4
M ₃	OK	7 - 9 J	12,8 - 13,2
	UK	8 - 10 J	12,0 - 13,7

Beginn NO Nach Ovulation
(histologische M; J Monate; Jahre nach Geburt
Beobachtung)

Abschluß: in Jahren und deren Dezimalbrüchen nach
der Geburt

Variationsbreite der mesio-distalen Zahndiameter (Maße in mm):

		nach de Terra (1905)	eigene Unter- suchung
I ₁	OK	6,5 - 10,6	7,3 - 10,5
	UK	3,5 - 6,5	4,5 - 6,4
I ₂	OK	5,0 - 8,3	4,8 - 8,3
	UK	4,2 - 7,2	4,9 - 6,9
C	OK	5,8 - 9,3	7,0 - 9,3
	UK	5,0 - 9,0	5,5 - 8,1
P ₁	OK	5,5 - 8,7	6,0 - 8,8
	UK	5,0 - 8,7	6,0 - 8,3
P ₂	OK	5,5 - 8,2	5,5 - 8,3
	UK	5,5 - 8,8	6,0 - 8,3
M ₁	OK	7,8 - 12,8	9,0 - 12,3
	UK	8,9 - 12,8	9,8 - 12,8

Mesio-distale Zahndiameter der bleibenden Zähne von Frauen und Männern
und deren

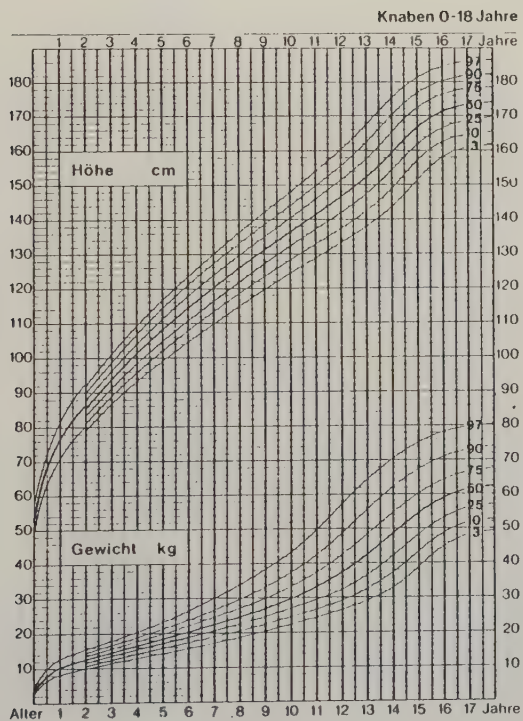
- Mittelwerte

- maximale und minimale Abweichung bei 99 % und 99,9 % Wahrscheinlichkeit
(nach Seipel 1946) (Maße in mm)

Zahn OK	Männer							Frauen						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
99,9 %	7,0	4,8	6,6	5,9	5,7	9,1	8,4	6,9	4,7	6,4	5,7	5,5	8,8	8,2
99 %	7,4	5,3	6,9	6,2	6,0	9,5	8,8	7,2	5,1	6,6	6,0	5,8	9,2	8,6
$M(\bar{Y})$	8,8	6,8	8,1	7,2	7,0	10,7	10,5	8,6	6,6	7,7	7,0	6,9	10,5	10,1
99 %	10,2	8,3	9,3	8,2	8,0	11,9	12,2	10,0	8,1	8,8	8,0	8,0	11,8	11,6
99,9 %	10,6	8,8	9,6	8,5	8,3	12,3	12,6	10,3	8,5	9,0	8,3	8,3	12,2	12,0
Zahn UK	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
99,9 %	4,3	4,8	5,8	6,1	6,1	9,3	8,9	4,2	4,7	5,4	5,9	5,9	9,0	8,6
99,0 %	4,6	5,1	6,1	6,3	6,3	9,7	9,4	4,4	4,9	5,7	6,2	6,2	9,4	9,0
$M(\bar{Y})$	5,5	6,1	7,1	7,3	7,4	11,2	11,2	5,4	5,9	6,7	7,2	7,2	11,0	10,7
99,0 %	6,4	7,1	8,1	8,3	8,5	12,8	13,0	6,4	6,9	7,7	8,2	8,2	12,6	12,4
99,9 %	6,9	7,4	8,4	8,5	8,7	13,1	13,5	6,6	7,1	8,0	8,5	8,5	13,0	12,8

Tabelle 3

Normwerte für Länge und Gewicht bei Knaben (nach Tanner)
aus : Joss, 1980



Wachstumsgeschwindigkeit (nach Tanner)

aus : Joss, 1980

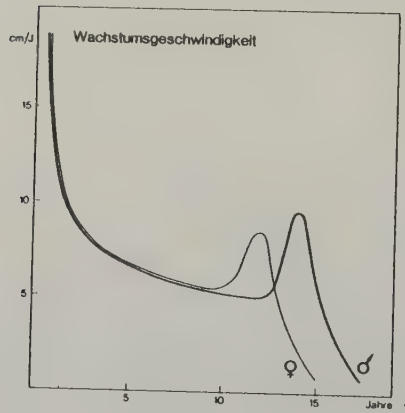


Tabelle 6

. Zahl der Fälle und Veränderung der Körpergröße durch die
"Säkulare Akzeleration"

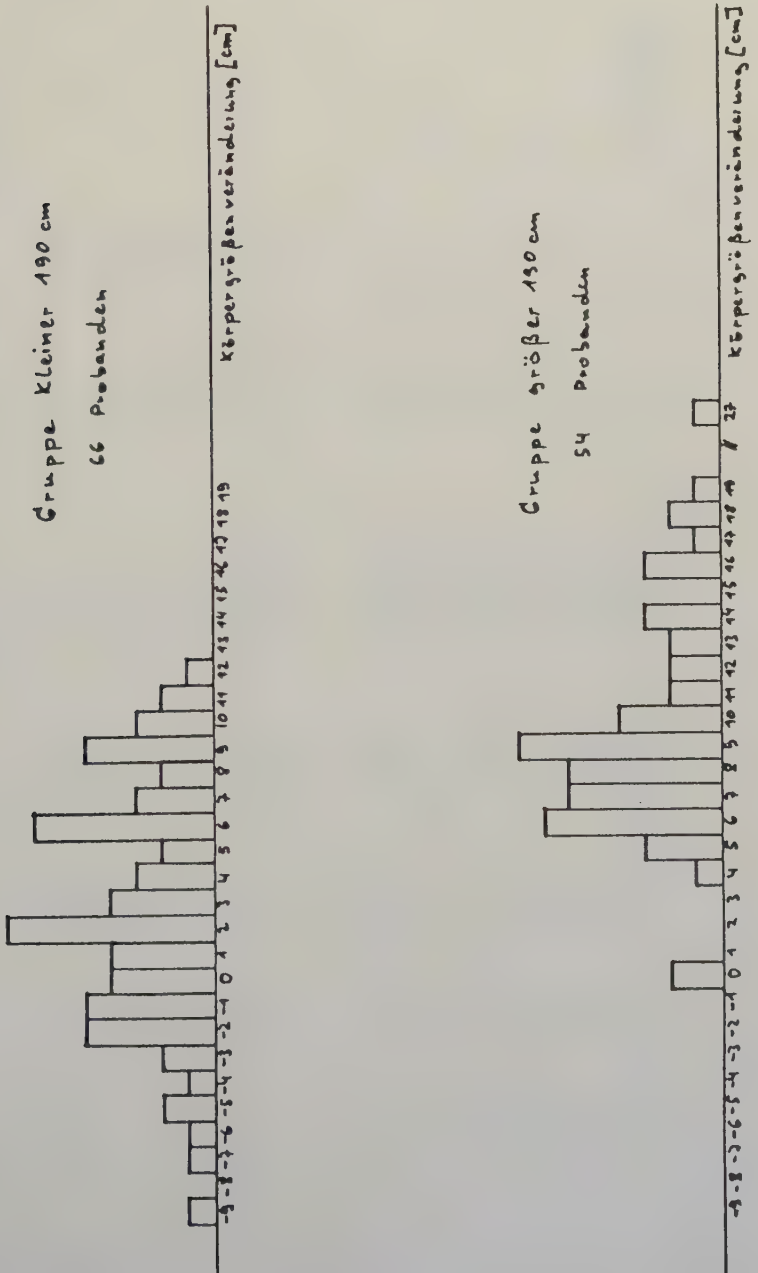


Tabelle 7

Rechenergebnisse und Bewertung der Abhängigkeit von Zahn- und Körpergröße:

Zahn	n	$\bar{y}$	s.D.	Regressions- Koeffizient	Test beim t_0	Reg. Koeff. c	Bewertung Abhängigkeit
11	168	8,76	0,59	0,0123	2,15	1,65	+
12	169	6,86	0,57	0,0126	2,33	1,65	+
13	170	7,95	0,46	0,0080	1,85	1,65	+
14	156	7,08	0,46	0,0088	1,93	1,65	+
15	164	6,82	0,47	0,0100	2,23	1,65	+
16	160	10,47	0,64	0,0106	1,64	1,65	o
21	169	8,76	0,57	0,0120	2,18	1,65	+
22	171	6,82	0,58	0,0103	1,88	1,65	+
23	173	7,93	0,42	0,0072	1,83	1,65	+
24	151	7,06	0,51	0,0137	2,79	1,65	++
25	164	6,79	0,44	0,0119	2,90	1,65	++
26	157	10,51	0,55	0,0069	1,23	1,65	o

Rechenergebnisse und Bewertung der Abhängigkeit von Zahn- und Körpergröße:

Zahn	n	$\bar{y}$	s.D.	Regressions- Koeffizient	Test beim Reg. t_0	Koeff. c	Bewertung Abhängigkeit
31	174	5,46	0,36	0,0073	2,15	1,65	+
32	175	6,01	0,43	0,0095	2,41	1,65	++
33	175	6,93	0,46	0,0093	2,22	1,65	+
34	160	7,14	0,46	0,0095	2,15	1,65	+
35	156	7,14	0,46	0,0104	2,29	1,65	+
36	143	11,07	0,65	0,0223	3,30	1,65	+++
41	174	5,44	0,35	0,0058	1,80	1,65	+
42	174	6,01	0,41	0,0104	2,80	1,65	++
43	174	6,92	0,42	0,0083	2,18	1,65	+
44	163	7,12	0,41	0,0047	1,17	1,65	o
45	157	7,16	0,44	0,0084	1,87	1,65	+
46	148	11,04	0,57	0,0235	4,08	1,65	+++

Scatterdiagramm und Regressionsgerade der Meßwerte
der Zähne 44, 21 und 46

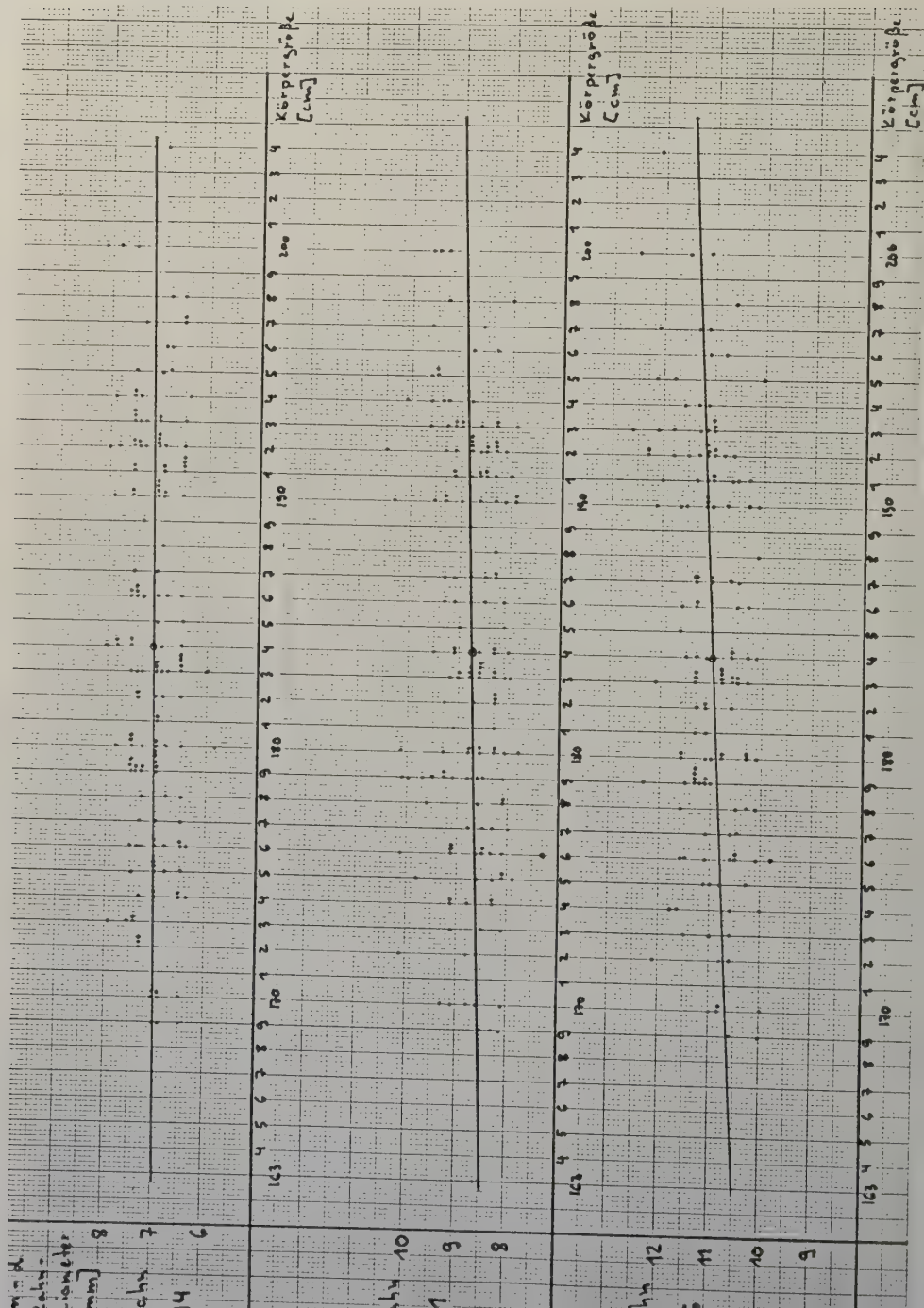


Tabelle 10

- 1 Zuordnung des mittleren m-d Zahndiameters zur Körpergröße
- 2 Schwankungsbereich des Mittelwertes bei 99% Wahrscheinlichkeit

BEZUGSPAR. (X): KOERP-GROE

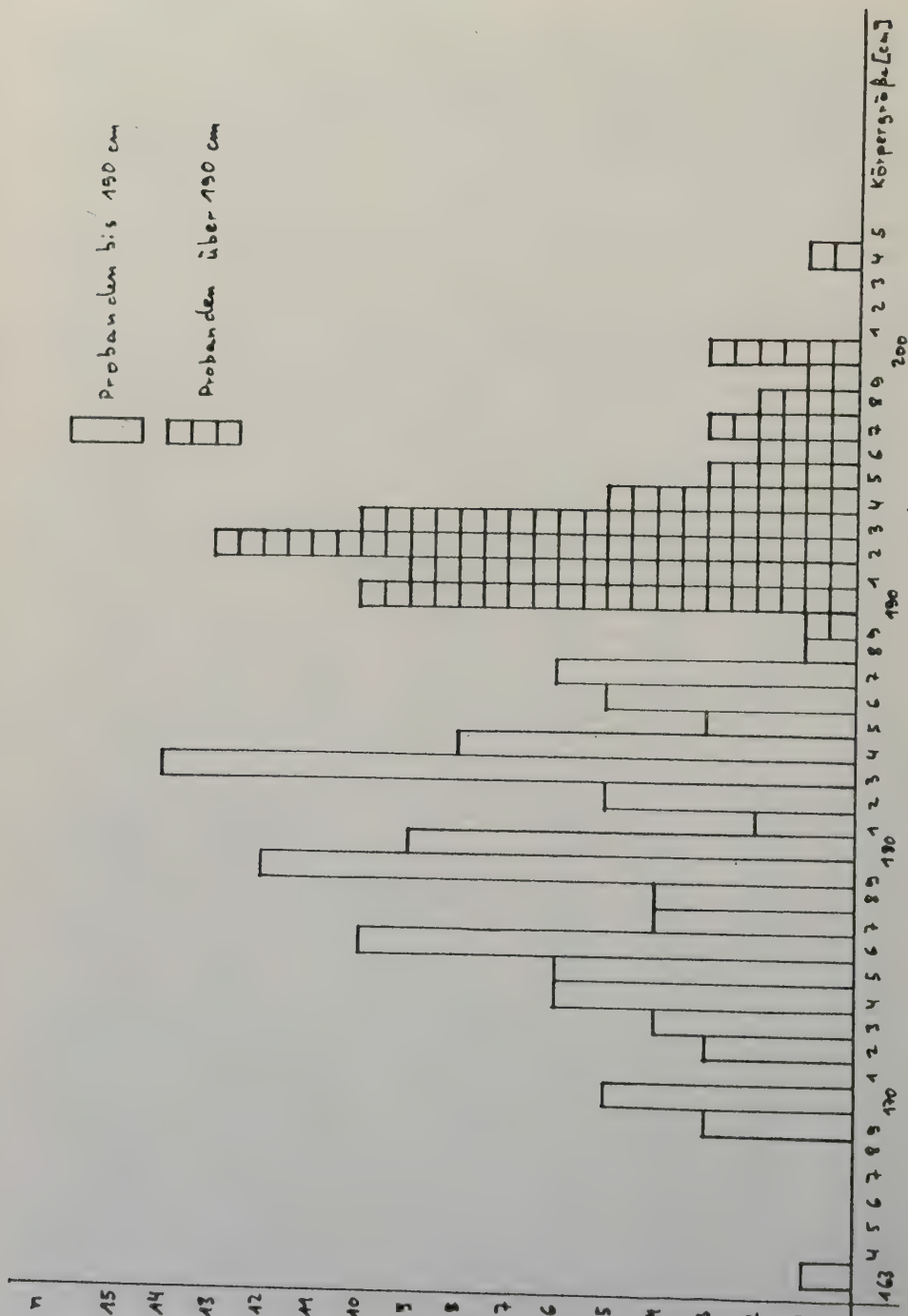
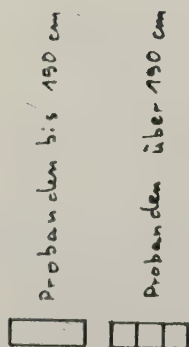
ABH. PAR. (Y): ZAHNDIA-21

KONFIDENZINTERVALL FUER MITTELWERT:

X-WERT	Y-WERT	MIN-95%	MAX-95%	MIN-98%	MAX-98%	MIN-99%	MAX-99%
163	8.5	8.2	8.7	8.2	8.8	8.1	8.8
164	8.5	8.2	8.7	8.2	8.8	8.2	8.8
165	8.5	8.3	8.7	8.2	8.8	8.2	8.8
166	8.5	8.3	8.7	8.2	8.8	8.2	8.8
167	8.5	8.3	8.7	8.3	8.8	8.2	8.8
168	8.5	8.3	8.7	8.3	8.8	8.3	8.8
169	8.5	8.4	8.7	8.3	8.8	8.3	8.8
170	8.6	8.4	8.7	8.3	8.8	8.3	8.8
171	8.6	8.4	8.7	8.4	8.8	8.3	8.8
172	8.6	8.4	8.7	8.4	8.8	8.4	8.8
173	8.6	8.4	8.7	8.4	8.8	8.4	8.8
174	8.6	8.5	8.7	8.4	8.8	8.4	8.8
175	8.6	8.5	8.7	8.5	8.8	8.4	8.8
176	8.6	8.5	8.7	8.5	8.8	8.5	8.8
177	8.6	8.5	8.7	8.5	8.8	8.5	8.8
178	8.6	8.5	8.8	8.5	8.8	8.5	8.8
179	8.7	8.6	8.8	8.5	8.8	8.5	8.8
180	8.7	8.6	8.8	8.6	8.8	8.5	8.8
181	8.7	8.6	8.8	8.6	8.8	8.6	8.8
182	8.7	8.6	8.8	8.6	8.8	8.6	8.8
183	8.7	8.6	8.8	8.6	8.8	8.6	8.8
184	8.7	8.6	8.8	8.6	8.8	8.6	8.8
185	8.7	8.6	8.8	8.6	8.8	8.6	8.8
186	8.7	8.7	8.8	8.6	8.8	8.6	8.9
187	8.8	8.7	8.8	8.6	8.9	8.6	8.9
188	8.8	8.7	8.9	8.7	8.9	8.6	8.9
189	8.8	8.7	8.9	8.7	8.9	8.6	8.9
190	8.8	8.7	8.9	8.7	8.9	8.6	8.9
191	8.8	8.7	8.9	8.7	8.9	8.7	9
192	8.8	8.7	8.9	8.7	9	8.7	9
193	8.8	8.7	9	8.7	9	8.7	9
194	8.8	8.7	9	8.7	9	8.7	9
195	8.8	8.7	9	8.7	9	8.7	9
196	8.9	8.7	9	8.7	9	8.7	9.1
197	8.9	8.7	9	8.7	9.1	8.7	9.1
198	8.9	8.7	9.1	8.7	9.1	8.7	9.1
199	8.9	8.7	9.1	8.7	9.1	8.7	9.1
200	8.9	8.7	9.1	8.7	9.1	8.7	9.2
201	8.9	8.7	9.1	8.7	9.2	8.7	9.2
202	8.9	8.7	9.1	8.7	9.2	8.7	9.2
203	8.9	8.7	9.2	8.7	9.2	8.7	9.2
204	9	8.7	9.2	8.7	9.2	8.7	9.3

Tabelle 11

Zuordnung und Zahl der untersuchten Fälle zur Körpergröße

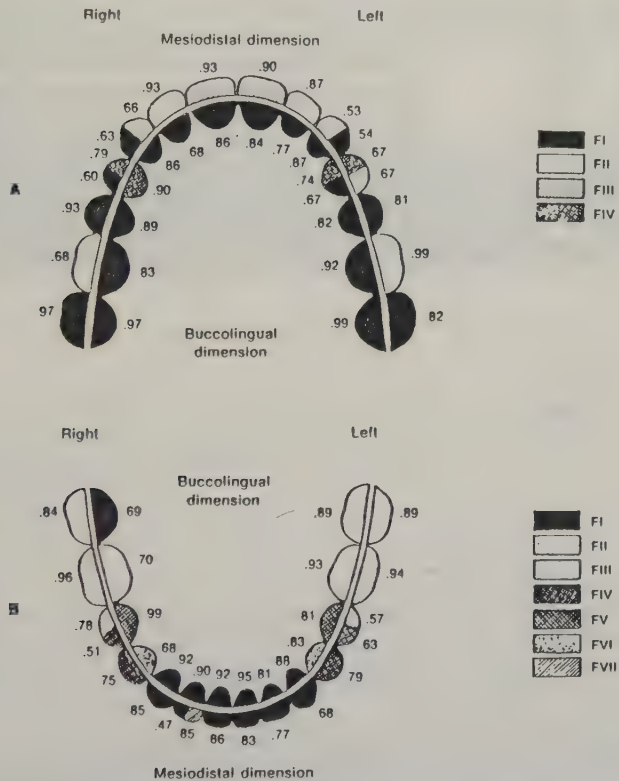


Anteil und Einfluß isolierter genetischer Faktoren auf die m-d Zahngröße (äußere Hälfte des Zahnbogens)

A - Oberkiefer

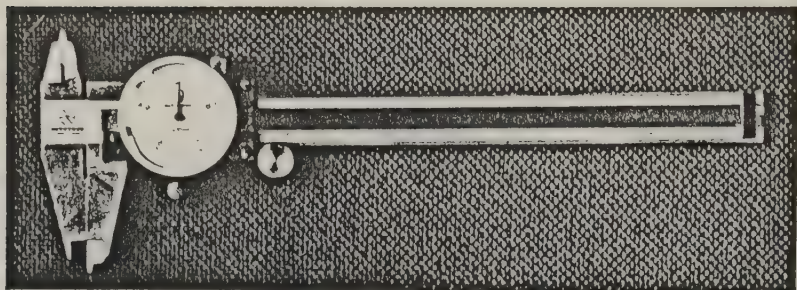
B - Unterkiefer

aus : Potter, 1976



Significant genetic factors. Outer half of teeth represents mesiodistal dimension; inner half represents buccolingual dimension. Largest loadings are shown, in some cases together with second largest loadings, to better depict genetic factors. Influence of identical genetic factors on antimeric tooth dimensions is striking. A, Four factors for maxillary teeth. Factor I appears to affect maxillary teeth in general, particularly buccolingual dimensions. B, Seven factors for mandibular teeth. Factor I appears to affect anterior teeth at both dimensions.

Zur Vermessung von Zähnen modifizierte Uhrenschublehre



7. Schrifttum

ADAMS, M.S. und J.D. NISWANDER

Developmental "noise" and a congenital malformation.
Genet. Res. 10, 313-317, 1967

ANDERSON; D.L. und G.W. THOMPSON

Interrelationships and sex differences of dental and
skeletal measurements.
J.Dent.Res. 52, 431-438, 1973

ARYA, B.S., D.R. THOMAS und B.S. SAVARA

Relation of sex and occlusion to mesiodistal crown
size.
Am. J. Orthod. 66, 479-486, 1974

ARYA, B.S., D.R. THOMAS, B.S. SAVARA, und Q.D. CLARKSON

Correlations among tooth sizes in a sample of Oregon
caucasoid children.
Hum.Biol. 46, 693-698, 1974

BADER, R.S.

Fluctuating asymmetry in the dentition of the house
mouse.
Growth 29, 291, 1965; zitiert nach Potter, 1976

BAILIT, H.L., P.L. WORKMAN, J.D. NISWANDER und C.J. MACLEAN

Dental asymmetry as an indicator of genetic and
environmental conditions in human populations.
Hum.Biol. 42, 626-638, 1970

BALLARD, M.L.

Asymmetry in tooth size: A factor in the etiology,
diagnosis und treatment of malocclusion.
Angle Orthod. 14, 67-70, 1944

BARGMANN, W.

Inkretorisches System, Zahnentwicklung und Zahnstruktur.
Dtsch. zahnärztl. Z. 5, 525-531, 1950

BAUM, B. J. und M.M. COHEN

Agenesis and tooth size in the permanent dentition.
Angle Orthod. 41, 100-102, 1971

BOCK, N.J.

Die mesio-distale Zahngröße als Grundlage für den
Raumbedarf im Zahnbogen.
Med.Diss. Hamburg, 1977

BOLTON, W.A.

Disharmony in tooth size and its relation to the
analysis and treatment of malocclusion.
Angle Orthod. 28, 113-130, 1958

BOWDEN, D.E. und D.A. GOOSE

Inheritance of tooth size and in Liverpool families.
The genetics of tooth size; zitiert nach Potter, 1976

BROEKMAN, R.W. und J. van AKEN

Über den Zusammenhang zwischen der Breite von I_1 sup.
und der Länge des Zahnbogens.
Schweiz.Monatsschr.Zahnheilkd. 75, 755-763, 1965

BUTENANDT, O.

Voraussage der endgültigen Körpergröße großwüchsiger
Jugendlicher.
Med.Klin. 77, 348-351, 1982

COHEN, M.M., S.M. GARN und M.A. GEKIAUSKAS

Crown size profile pattern in trisomy-G.
J.Dent.Res. 49, 460, 1970

DAHLBERG, A.A.

Dental evolution and culture.

Hum.Biol. 35, 237-249, 1963

DAUSCH-NEUMANN, D.

Incisivi-Summe und intercanine Distanz - heute und vor 20 Jahren.

Fortschr.Kieferorthop. 37, 151-166, 1976

DE TERRA, M.

Beiträge zu einer Odontographie der Menschenrassen.

Inaugural Diss. Zürich, 1905

ENGELBACH, W.

Endocrine Medicine Vol. III; zitiert nach Opitz, 1968

FASTLICHT, J.

Crowding of mandibular incisors.

Am.J.Orthod. 58, 156-163, 1970

FLOWER, W.H.

zit. in Lehrbuch der Anthropologie, Martin, 1914

FRANZ, G.

Zahnärztliche Werkstoffkunde;

in: Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Band 3 von N. SCHWENZER.

Thieme-Verlag, Stuttgart, 1982

GARN, S.M., A.B. LEWIS und R.S. KERESKY

X-linked inheritance of tooth size.

J.Dent.Res. 44, 439-441, 1965

GARN, S.M., M.M. COHEN und M.A. GEKIAUSKAS

Increased crown size asymmetry in trisomy-G.

J.Dent.Res. 49, 465, 1970

GARN, S.M., M.M. COHEN, J.C. GALL und J. NAGY

Relative magnitudes of crown size reduction and bodysize reduction in 47-trisomy G cases.

J.Dent.Res. 50, 513, 1971

GEGENFURTNER, H.

Zahngrößen und ihre Beziehungen zum Zahnengstand.

Med.Diss.München, 1982

GIANELLY, A.A. und H.M. GOLDMANN

Biologic basis of orthodontics.

Lea u. Febiger Verlag, Philadelphia, 1971

GOTHE, W.

Anthropometrische Untersuchungen an eintausend

Bundeswehrsoldaten der Jahrgänge 1956-1959.

Med.Diss. München, 1977

GOOSE, D.H.

Dental measurements: An assessment of its value in anthropological studies.

In: Dental Anthropology, Band 5 von D.R. BROTHWELL.

Pergamon Press, London, 1963

GOWGIEL, J.M.

Eruption of irradiation-produced rootless teeth of monkeys.

J.Dent.Res. 40, 438-547, 1961

GREITHER, A. und J.A. KÖHLER

Dermatologie und Venerologie Band IV - Zähne und Haut.

Thieme-Verlag, Stuttgart, 1960

GRÜNEBERG, H.

The genetics of tooth defect in the mouse.
Proc. Roy. Soc. London, Series B.
Biol. SC., 138 No. B. 892, 437-451, 1951

GRÜNEBERG, H.

Genetical studies on the skeleton of the mouse.
IV. Quasi - continuous variations.
J.Genet. 51, 1, 95-114, 1952

HARMS, V.

Biomathematik, Statistik und Dokumentation.
Harms Verlag, Kiel, 1982

HEINHOLD, J. und K.W. GAEDE

Ingenieur - Statistik.
Oldenbourg, München, 1968

HERMELING, W.

Prospektive Größe und Endgröße bei hoch-
wüchsigen Jungen.
Med.Diss. Münster, 1982

HERREN, P.

Die summierten mesio-distalen Kronenbreiten des
anterioren Zahnbogens und ihre Differenz zwischen
Ober - Unterkiefer.
Schweiz.Monatsschr.Zahnheilkd. 84, 853 - 872, 1974

HOFFMANN-AXTHELM, W.

Lexikon der Zahnmedizin
Quintessenz Verlag, Berlin, 1983

HOLLOWAY, P.J., J.H. SHAW und E.A. SWEENEY

Effects of various sucrose: casein ratios in purified diets on the teeth and supporting structures of rats.
Arch.Oral Biol. 3, 185-199, 1961

HOROWITZ, S.L., R.H. OSBORNE und F.V. DEGORGE

Hereditary factors in tooth dimensions, a study of the anterior teeth of twins.
Angle Orthod. 28, 87-93, 1958

HOROWITZ, S.L. und E.H. HIXON

The nature of orthodontic diagnosis.
The Mosby Company, St. Louis, 1966

HUNTER, W.S. und W.R. PRIEST

Errors and discrepancies in measurements of tooth size.
J.Dent.Res. 39, 405-414, 1960

JOSS, E.

Wachstum und Entwicklung gesunder Kinder;
in: Pädiatrie in Praxis und Klinik; von K.D. BACHMANN,
H. EWERBECK und G. JOPPICH.
Thieme Verlag, Stuttgart, 1980

KOCH, G.W.

Über die Veränderung des menschlichen Wachstums
im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts.
J.A. Barth, Leipzig, 1935; zitiert nach Gothe, 1977

KORKHAUS, G.

Anthropologic and odontologic studies of twins.
Int.J. Orthod. 16, 640-647, 1930

KORKHAUS, G.

Die Vererbung der Kronenform und Größe
menschlicher Zähne.
Z.Anat.Entwicklungsgesch. 91, 594-617, 1930

KRAUS, B.S. und R.E. JORDAN

The human dentition before birth.

Lea u. Febiger, Philadelphia, 1965

KREYSZIG, E.

Statistische Methoden und ihre Anwendung.

Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1982

KRISTEN, K.

Der Einfluß des Endokriniums auf Zähne, Kiefer und Gesichtsschädel. In: Handbuch der Kinderheilkunde, Band 9 von J. OPITZ und F. SCHMID.

Springer Verlag, Heidelberg, 1968

KRONFELD, R.

Histopathology of the teeth.

Lea u. Febiger, Philadelphia, 1945

KUFTINEC, M.M.

A biometric study of tooth size and dental crowding.

Am.J.Orthod. 79, 326-336, 1981

KUNZE, D.

Anthropometrische Untersuchungen zur Beurteilung von Wachstum, Pubertätsentwicklung und Akzeleration.

Habilitationsschrift München, 1975; zitiert nach Gothe, 1977

LENZ, W.

Anomalien des Wachstums und der Körperform;
in Becker: Human Genetik II.

Thieme Verlag, Stuttgart, 1969

LUNDSTRÖM, A.

Tooth size and occlusion in twins.

Br.Dent.J. 87, 297-304, 1949

LUNDSTRÖM, A.

Introduction to orthodontics.

Mc Graw Hill, New York, 1960

LUNDSTRÖM, A.

Some asymmetries of the dental arches, jaws, skull
and their aetiological significance.

Am.J.Orthod. 47, 81-106, 1961

LUNIN, M.

in: Pediatric dental medicine von J.D. Forrester.

Lea und Febiger, New York, 1981

MAGNUSSON, B.O.

Pedodontics - A systematic approach.

Munskgaard, Copenhagen, 1981

MARTIN, R.

Lehrbuch der Anthropologie.

Fischer, Jena, 1914

MIETHKE, R.R.

Zahnbreiten und Zahnbreitenkorrelationen.

Med. Diss. Berlin, 1972

MIETHKE, R.R.

Zahnbreiten und Zahnbreiten-Korrelation.

Dtsch.zahnärztl.Z. 28, 1078-1084, 1973

MOORREES, C.F. und R.B. REED

Biometrics of crowding and spacing of the teeth
in the mandible.

Am.J.Phys.Anthropol. 12, 77-88, 1954

MOORREES, C.F. und R.B. REED

Correlations among crown diameters of human teeth.

Arch.Oral Biol. 9, 685-697, 1964

MÜHLREITER, E.

Anatomie des menschlichen Gebisses.

A. Felix, Leipzig, 1912

MÜLLER, G.

Über die Korrelation von Zahngrößen und Schädelgrößen
bei Zwillingen.

Fortschr.Kieferorthop. 22, 84,93, 1961

OPITZ, H. und F. SCHMID

Handbuch der Kinderheilkunde.

Springer Verlag, Heidelberg, 1968

OSBORNE, R.H., S.L. HOROWITZ und F.V. DEGEORGE

Genetic variation in tooth dimensions: A twin study of the
permanent anterior teeth.

Am.J.Hum.Genet. 10, 350-356, 1958

PAYNTER, K.J. und R.M. GRAININGER

The relation of nutrition to the morphology and
size of rat molar teeth.

J.Can.Dent.Assoc. 22, 519-524, 1956

PFYFFER, G.

Der systematische Sehnen/Bogenfehler bei der
Platzbestimmung im Rahmen der kieferorthopädischen
Stützzonenanalyse.

Fortschr.Kieferorthop. 33, 147-158, 1972

PILZ, W.H., H. PLATHNER und H. TAATZ

Grundlagen der Kariologie und Endodontie.

Hanser, München, 1975

POTTER, R.H., W.E. NANCE und P.L. YU

A twin study on dental dimension. II Independent genetic
determinants.

Am.J.Phys.Anthropol. 44, 397-412, 1976

POTTER, R.H:

The genetics of tooth size; in: Oral facial genetics
von R.E. STEWART und G.H. PRESCOTT.

The C.W. Mosby Company, St. Louis, 1976

PRADER, A.

Pathologie des Wachstums; in: Lehrbuch der Pädiatrie
von G. Franconi und A. Wallgren.

Schwabe & Co., Basel, 1972

REHBERG, H.J.

Die Quintessenz der zahnärztlichen Abformmittel.

Buch und Zeitschriftenverlag "Die Quintessenz", Berlin, 1978

REMANE, A.

Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden.

Abderhalden, 1930

RIETHE, P.

Die phylogenetische Reduktion des Zahnbogens.

Fortschr.Kieferorthopädie 20, 215-228, 1959

RITTER, R.

Über die Frage der Vererbung von Anomalien der
Kiefer und Zähne.

Meuser, Leipzig, 1937

RITTER, S.

Studien zur Zahnsymmetrie. Größenunterschiede bei
entsprechenden Zähnen der rechten und linken Seite
des Zahnbogens.

Fortschr.Kieferorthopädie 36, 154-172, 1975

SALLER, K.

Leitfaden der Anthropologie.

Fischer, Stuttgart, 1964

SCHULZE, C.

Lehrbuch der Kieferorthopädie, Band 3.
Quintessenz Verlags GmbH, Berlin, 1982

SCOTT, J.H. und N.B. SYMONS

Introduction to dental anatomy.
Livingstone, Edinburgh, 1971

SCHRÖDER, E.

Orale Strukturbiologie.
Thieme Verlag, Stuttgart, 1982

SEIPEL, C.M.

Variation of tooth position.
Svensk Tandl. - Tidskrift 39, Suppl, 1946;
zitiert nach Lundström, 1960

SHAFFER, W.G., K.H. MAYNARD und M.L. BARNET

Handbook on oral pathology.
Saunders u. Co., Philadelphia, 1964

SCHENKER, R.

Die Dimensionen der Zahnkronen im hypodontischen Gebiß.
Med.Diss. Düsseldorf, 1963

STÄHLE, H.J.

Bestimmung der mesio-distalen Kronenbreite der bleibenden Eckzähne und Prämolaren vor ihrem Durchbruch.
Med. Diss. Zürich, 1958

STAHL, A.

Persönliche Mitteilung, 1984

STAHL, A.

Vergleichende Untersuchungen über die wechselseitige
Einwirkung von Erbe und Umwelt auf Gebiß und Kiefer
mit besonderer Berücksichtigung des Rezidivs nach
Kieferorthopädischer Behandlung.

Habilitationsschrift, Heidelberg, 1964

STERN, T.

Geschlechtsbestimmung durch Breitenmessung an Frontzähnen.
Med.Diss. München, 1982

STEWART, R.E., T.K. BARBER und K.C. TROUTMAN

Pediatric dentistry.

The Mosby Company, St. Louis, 1982

SONNABEND, E.

Strahlenschäden an Zähnen und Kiefer.

Fortschr.Kiefer-Gesichtschir. 8, 37-43, 1962

TANNER, J.M.

Wachstum und Reifung des Menschen.

Thieme, Stuttgart, 1962

TANNER, J.M.

Regulation of growth size in mammals.

Nature 199, 845-850, 1963

TANNER, J.M., R.H. WHITEHOUSE und M. TAKAISHI

Standards from birth to maturity for height, weight,
height velocity and weight velocity:
British children, 1965.

Arch.Dis.Child. 41, 454-476, 1966

TANNER, J.M., R.H. WHITEHOUSE und M. TAKAISHI

Clinical longitudinal standards for height, weight,
height-velocity, weight-velocity and the stages of
puberty.

Arch.Dis.Child. 51, 170-179, 1976

TENCZAR, P. und R.S. BADER

Maternal effect in dental traits of the house mouse.
Science 152, 1398, 1966; zitiert nach Potter, 1976

VAN WIERINGEN, J.

Secular changes in Growth.
Leiden, Institute for preventive medicine, 1972;
zitiert nach Hermeling, 1982

VAN REENEN, J.F.

Die Evolution des Zahnbogens.
Die Quintessenz Heft 5, Nr. 2653, 1-3, 1965

VOGEL, F.

Lehrbuch der Allgemeinen Humangenetik.
Springer Verlag, Heidelberg, 1961

VOGEL, F. und H.F. REISER

Zwillingsuntersuchung über die Erbllichkeit einiger
Zahnbreiten.
Anthropol.Anz. 24, 231-241, 1960

VOGT, D.

Wachstum und Krankheit.
Monatsschr.Kinderheilkd. 113, 263-269, 1965

WALLENIUS, B.H.

The mesio-distal width of the tooth in relation to
the content of fluorine in drinking water.
Eos-Transactios, Albani, The Hague, 1958

Herrn Professor Dr. A. Stahl danke ich für die Überlassung des Themas, für seine vielseitigen Anregungen und seine freundliche und stets hilfsbereite Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchung.

Mein Dank gilt Oberstarzt Dr. Freidank, Oberfeldarzt Dr. Bauberger und Stabsarzt Dr. Müller für ihre Unterstützung bei der Gewinnung der Abdrücke bei Probanden über 190 cm Körpergröße.

Herrn Dipl. Ing. D. Miller danke ich für das von ihm speziell für diese Untersuchung geschriebene Computerprogramm, wodurch Auflistung, Verarbeitung und Auswertung der Meßdaten erheblich vereinfacht wurde.

Lebenslauf

Name : Dittmann, Walter
geboren : 12. November 1940
Schulbildung : 4 Jahre Volksschule in Würzburg-Heidingsfeld
1 Jahr Oberrealschule in Würzburg
8 Jahre neusprachlich-naturwissenschaftliches
Gymnasium in Braunschweig
Abitur im Februar 1960
Beruf : von 1960 bis 1980 Soldat der Bundeswehr
Studium : 10 Semester Studium der Zahnheilkunde an der
Ludwig-Maximilian-Universität in München
von 1980 bis 1985
Examen : Abschluß 26. Juni 1985 in München
Approbation
als Zahnarzt : 27. Juni 1985
Tätigkeit
als Zahnarzt : seit November 1985 Assistenzzahnarzt
in freier Praxis in Augsburg

